

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach - Alger

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

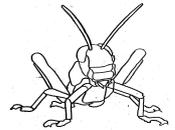
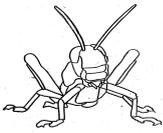
THESE

En vue de l'obtention du diplôme de Magister en sciences

Agronomiques

Spécialité : Zoologie agricole et forestière

Option : Entomologie appliquée



Présenté par : M.BENSAAD Hamid

Devant le jury

Président :	M. DOUMANDJI S.	Professeur (ENSA d'El Harrach)
Promotrice :	Mme DOUMANDJI B.	Professeur (ENSA d'El Harrach)
Examineurs :	Mme MOUHOUCHE F.	Professeur (ENSA d'El Harrach)
	Mme HALOUANE F.	Maitre de conférences (Université de Boumerdès)
	M.LAZAR M.	Chef Département, Doctorant (INPV)

Soutenu le 02/02/2011

Année universitaire 2010-2011

Remerciements

En premier lieu, je remercie **DIEU** le tout Puissant pour m'avoir accordé le courage, la force et la patience de mener à bien ce modeste travail.

C'est à ma directrice de thèse, **Mme Bahia Doumandji-Mitiche**, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El-Harrach, que je dois respect et gratitude pour m'avoir guidé afin de mener à bien cette étude. Ses encouragements et sa disponibilité durant toutes les étapes de ce travail, ses remarques pertinentes et ses suggestions ont sans cesse permis l'amélioration de la qualité de ce document. Que Dieu la protège.

Je tiens à exprimer ma grande reconnaissance ainsi que mes respects à **Mr Salaheddine Doumandji** Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El-Harrach, pour m'avoir honoré en acceptant de présider le Jury de cette thèse aussi pour ses encouragements et pour ses précieux conseils.

Je voudrais également exprimer mes vifs remerciements aux membres du jury qui ont bien voulu examiner ce modeste travail à savoir; **Mme Mouhouche F.** maître de conférences à l'ENSA, **Mme Halouane F.** Chef Département à l'Université de Boumerdès ainsi que Mr Lazar Chef département de lutte antiacridienne à l'INPV.

J'exprime également ma reconnaissance à Mon Ex. Directeur Général de l'INPV **Mr. Embarek Guendez** pour son aide si précieuse et pour avoir accepté de juger ce travail. Je lui exprime aussi ma profonde gratitude de m'avoir facilité la poursuite de mes études et les déplacements sur terrain.

Je saisis cette opportunité pour adresser mes plus sincères remerciements à **Mr Khaled Moumen**, Directeur Général de l'INPV d'El-Harrach et **M. Lazar Mohammed** à l'INPV, pour leurs encouragements, leurs aides si précieuses, et leurs compréhensions.

Je saisis cette opportunité pour adresser mes plus sincères remerciements à **M. Dridi Bachir** pour ses encouragements et son soutien moral.

Je tiens à remercier particulièrement **Nedjari A. et Benaya M. C.** pour leur aide précieuse.

Mes vifs remerciements vont également à mes Chers collègues : **MM. Belazzougui M., Chaouch A., Ahmed Zaid A., Nedjari A., Benaya Ch. Khitri M., Moudjed H., Belhabib B., Basta d., Oualid S., Kefil M. Makhloufi R., Ouslimani A. Hammache Dj.** Ainsi que : **Zitoun A., Baouchi h. et Derbal A.** Sympathie et gratitude pour **Reguieg Z.**

J'exprime ma reconnaissance à : **Mr Djeddi S.A. , Mr Saadaoui, Mr Boulaaras, Mr. Mammou, Mr. Djebari, Mr. Choukri Bouziane B., Fetnaci B., Benflis F., Sanaa B.** prospecteurs à INPV d'El Harrach ainsi qu'aux guides de l'INPV qui ont sillonné le désert nuit et jour pour récolter toutes les informations relatives aux criquets. Qu'ils trouvent ici mon respect et ma profonde gratitude et ma reconnaissance.

Sommaire

Listes des figures.....	1
Liste des tableaux.....	3
Introduction.....	5
CHAPITRE I : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LE CRIQUET PELERIN	8
I-1 : Importance économique du criquet pèlerin.....	8
I-2: Position systématique.....	9
I-3 : Bio-écologie du criquet pèlerin.....	9
I-3-1. Biologie du Criquet pèlerin.....	9
I-3-2. Ecologie du Criquet pèlerin.....	11
I-3-2-1. Les biotopes de multiplication (Aires grégarigènes).....	12
I-3-2-2. Complémentarité écologique saisonnière des aires grégarigènes.....	13
I-3-2-2-1. Zone de reproduction estivale.....	13
I-3-2-2.2 Zone de reproduction hivernale.....	14
I-3-2-2.1 Zone de reproduction printanière.....	14
I-4. Le polymorphisme phasaire du Criquet pèlerin.....	14
I-4-1. Transformation morphologique	16
I-4-2 - Transformation anatomique	17
I-4-3 - Transformation physiologique	17
I-4-4 - Transformation biologique.....	17
I-4-5 - Modifications dans le tempérament écologique des individus.....	18
I-4-6 -Transformations éthologiques	18
I-5. Les Différents types d'activité acridienne	18
I-5-1- Période de rémission.....	18
I-5-2- Période de résurgence.....	19
I-5-3 - Période de recrudescence	19
I-5-4- Période des invasions généralisées	20
I-6. Problématique du criquet pèlerin en Algérie et stratégie de lutte.....	21
I-6-1- En période de rémission	22
I-6-1- 1. Contribution de l'Office National de Météorologie ONM).....	26
I-6-1- 2. Contribution de l'Agence Spatiale Algérienne.....	26
I-6-2- En Période d'invasion.....	27

CHAPITRE II. PRESENTATION DES 3 REGIONS D'ETUDE	31
II-1. Région de l'Ahaggar.....	32
II-1-1. Situation géographique.....	32
II-1-2. Climatologie de l'Ahaggar.....	32
II-1-2-1.Pluviométrie.....	32
II-1-2-2.Vents.....	33
II-1-2-3.Températures.....	34
II-1-3.Topographie et relief.....	34
II-1-4. Les Oueds.....	35
II-1-5. Les ressources hydriques.....	35
II-1-6. La flore.....	36
II-1-7. Description de la station d'Oued El Botha (Nord du Hoggar).....	36
II-1-8. Description de la station d'Oued Amded (Sud Ouest du Hoggar).....	37
II-1-9.Synthèse climatique de l'Ahaggar.....	38
II-2. Région d'Adrar.....	39
II-2-1. Situation géographique	39
II-2-2. Climatologie de la région d'Adrar	40
II-2-2-1.Pluviométrie.....	40
II-2-2-2. Vents.....	41
II-2-2-3. Température.....	41
II-2-3. Ressources hydriques.....	41
II-2-4. La flore de la région d'Adrar.....	42
II-2-5. Description de la station d'In Belbel (Est de la w. d'Adrar)	42
II-2-6. Description de la station de Zaouiet Kounta (Est de la w. d'Adrar).....	43
II-2-7. Synthèse climatique.....	44
II- 3. Région de Béchar.....	44
II-3-1.Situation géographique.....	44
II-3-2.Climatologie de la région de Béchar.....	45
II-3-1-1.Pluviométrie	45
II-3-1-2.Température.....	45
II-3-1-3.Vents.....	46
II-3-3.La flore de la région de Béchar.....	46
II-3-4. Présentation de la station de Oued Saoura (K'sabi).....	47
II-3-5 .Synthèse climatique.....	47

II-4 Climagramme pluviométrique d'Emberger des trois (3) régions d'études.....	48
CHAPITRE III. MATERIELS ET METHODES	50
III-1. Etude de la distribution des signalisations acridiennes de 2006 à 2010.....	50
III-1-1. Matériels utilisés.....	51
III -1-1-1. Système de navigation GPS.....	51
III -1-1-2. Appareil de transmission des informations via satellite (eLocust 2).....	51
III -1-1-3- eLocust Mapper 1.12	53
III -1-1-4. Logiciels de traitement et de cartographie de l'information acridienne.	53
III -1-2. Méthodologie de travail.....	55
III .1.2.1. La prospection.....	55
III.1.2.2- La Méthodologie	55
III.1.2.2.1- Les conditions météorologiques.....	55
III.1.2.2.2- Les cartes d'indices de végétation.....	55
III.1.2.2.3 - Les informations de proximité.....	56
III.1.2.2.4- Les informations à récolter par le prospecteur sur site.....	56
III.1.2.2.4.1 - Informations acridiennes.....	56
III.1.2.2.4.2 - Informations écologiques.....	57
III.1.2.2.4.3 - Informations météorologiques.....	57
III.1.2.2.4.3.1- Les pluies	57
III.1.2.2.4.3.2- Les températures	57
III.1.2.2.4.3.3- Les vents	58
III.1.2.3- Mode de transmission des informations acridienne et écologique.....	58
III.1.2.4. Organisation des prospections au niveau du Sahara Algérien entre 2006 et 2009..	59
III.1.2.4.1- Phase printanière	59
III.1.2.4.1.1- Le dispositif de surveillance et de lutte mobilisé en phase printanière	60
III.1.2.4.2- Phase automnale.....	60
III.1.2.4.2.1- Le dispositif de surveillance et de lutte mobilisé en phase estivale...	60
III.2- Indices morphométriques du criquet pèlerin.....	62
III.2.1- Matériel utilisé.....	62
III.2.2- Méthodologie du travail	63
III.2.2.1- Choix des sites d'études sur terrain.....	63
III.2.2.2- Capture des criquets.....	64
III.2.2.3- Manipulations au laboratoire	64
III.2.2.3.1- Tableau de référence de Dirsh (1953)	64

III.2.2.3.2- Abaque de Duranton et al (1990).....	65
III.2.2.3.3- Analyse des données.....	65
CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	68
IV -1. Résultat de l'étude du fonctionnement des biotopes acridiens de 2006 à 2010	68
IV -1-1. Distribution des signalisations durant l'année 2006.....	68
IV -1-1-1. Phase hivernale 2006.....	68
IV -1-1-1-1 : conditions météorologiques.....	68
IV -1-1-1-2 : conditions écologiques.....	68
IV -1-1-1-3 : situation acridienne	68
IV -1-1-2. Phase printanière 2006.....	70
IV -1-1-2-1 : conditions météorologiques.....	70
IV -1-1-2-2 : conditions écologiques.....	70
IV -1-1-2-3 : situation acridienne.....	70
IV -1-1-3. Phase estivale 2006.....	72
IV -1-1-3-1 : conditions météorologiques.....	72
IV -1-1-3-2 : conditions écologiques.....	72
IV -1-1-3-3 : situation acridienne.....	72
IV -1-1-4. Phase automnale 2006.....	74
IV -1-1-4-1 : conditions météorologiques.....	74
IV -1-1-4-2 : conditions écologiques.....	74
IV -1-1-4-3 : situation acridienne.....	74
IV 1-2. Distribution des signalisations durant l'année 2007.....	76
IV -1-2-1. Phase hivernale 2007.....	76
IV -1-2-1-1 : Conditions météorologiques.....	76
IV -1-2-1-2 : Conditions écologiques.....	76
IV -1-2-1-3 : Situation acridienne.....	76
IV -1-2-2. Phase printanière 2007.....	78
IV -1-2-2-1 : Conditions météorologiques.....	78
IV -1-2-2-2 : Conditions écologiques.....	78
IV -1-2-2-3 : Situation acridienne.....	78
IV -1-2-3. Phase estivale 2007.....	80
IV -1-2-3-1 : Conditions météorologiques.....	80
IV -1-2-3-2 : Conditions écologiques.....	80
IV -1-2-3-3 : Situation acridienne.....	80

IV -1-2-4. Phase hivernale 2007.....	81
IV -1-2-4-1 : Conditions météorologiques.....	81
IV -1-2-4-2 : Conditions écologiques.....	81
IV -1-2-4-3 : Situation acridienne.....	81
IV -1-3. Distribution des signalisations durant l'année 2008.....	83
IV -1-3-1. Phase hivernale 2008.....	83
IV -1-3-1-1 : Conditions météorologiques.....	83
IV -1-3-1-2 : Conditions écologiques.....	83
IV -1-3-1-3 : Situation acridienne.....	83
IV -1-3-2. Phase printanière 2008.....	85
IV -1-3-2-1 : Conditions météorologiques.....	85
IV -1-3-2-2 : Conditions écologiques.....	85
IV -1-3-2-3 : Situation acridienne.....	85
IV -1-3-3. Phase estivale 2008.....	87
IV -1-3-3-1 : Conditions météorologiques.....	87
IV -1-3-3-2 : Conditions écologiques.....	87
IV -1-3-3-3 : Situation acridienne.....	87
IV -1-3-4. Phase automnale 2008.....	89
IV -1-3-4-1 : Conditions météorologiques.....	89
IV -1-3-4-2 : Conditions écologiques.....	89
IV -1-3-4-3 : Situation acridienne.....	89
IV -1-4. Distribution des signalisations durant l'année 2009.....	91
IV -1-4-1. Phase hivernale 2009.....	91
IV -1-4-1-1 : Conditions météorologiques.....	91
IV -1-4-1-2 : Conditions écologiques.....	91
IV -1-4-1-3 : Situation acridienne.....	91
IV -1-4-2. Phase printanière 2009.....	93
IV -1-4-2-1 : Conditions météorologiques.....	93
IV -1-4-2-2 : Conditions écologiques.....	93
IV -1-4-2-3 : Situation acridienne.....	93
IV -1-4-3. Phase estivale 2009.....	95
IV -1-4-3-1 : Conditions météorologiques.....	95
IV -1-4-3-2 : Conditions écologiques.....	95
IV -1-4-3-3 : Situation acridienne.....	95

IV -1-4-4. Phase automnale 2009.....	97
IV -1-4-4-1 : Conditions météorologiques.....	97
IV -1-4-4-2 : Conditions écologiques.....	97
IV -1-4-4-3 : Situation acridienne.....	97
IV -2. Résultats des mesures morphométriques des individus capturés dans les stations d'étude:	99
IV -2-1. Caractéristiques morphométriques des individus mâles et femelles capturés au Nord du Mouydir (Oued El Botha) mai 2009.....	99
IV -2-2. Caractéristiques morphométriques des individus mâles et femelles capturés à Oued Amded, wilaya Tamanrasset (novembre2010).....	102
IV -2-3. Caractéristiques morphométriques des individus mâles et femelles capturés au Nord d' In belbel, wilaya d'Adrar (mai 2009).....	104
IV -2-4. Caractéristiques morphométriques des individus mâles et femelles capturés Sud d'In belbel, wilaya d'Adrar (mai 2010).....	106
IV -2-5. Caractéristiques morphométriques des individus mâles et femelles capturés Sud Est d'In belbel, wilaya d'Adrar (mai 2010).....	108
IV -2-6. Caractéristiques morphométriques des individus mâles et femelles capturés au niveau de Zaouiet Kounta, wilaya d'Adrar (mai 2009).....	110
IV -2-7. Caractéristiques morphométriques des individus mâles et femelles capturés de Zaouiet Kounta, wilaya d'Adrar (mai 2010).....	112
IV -2-8. Caractéristiques morphométriques des individus mâles et femelles capturés au niveau de K'sabi, wilaya de Béchar (Avril 2010).....	114
IV -2-9. Récapitulatif de la population de la phase printanière.....	116
IV -2-10- Analyse statistique des mesures morphométriques.....	117
IV.3- Discussion	121
IV.3.1. Etude du fonctionnement des biotopes acridiens de 2006 à 2009.....	121
IV.3.1.1. Les facteurs régissant la distribution des criquets en période de rémission	123
IV.3.1.2. Les régions concernées par le criquet au Sahara algérien	124
IV.3.1.3. Les zones de reproduction du criquet pèlerin en fonction des densités de 2006 à 2009	125
IV.3.1.4. Les périodes de reproductions	127
IV.3.2. Détermination du statut phasaire des populations acridiennes	129
IV -3.2.1. Application de l'analyse en composante principale (ACP).....	130
Conclusion générale et perspectives.....	133
Références bibliographiques.....	137
Annexe.....	142

Liste des figures

Figure 1 : Ailés de <i>Schistocerca gregaria</i> (INPV, 2005)	9
Figure 2 : Cycle biologique du Criquet pèlerin	10
Figure 3 : Aire d'invasion et de rémission du criquet pèlerin	11
Figure 4 : Foyers de grégarisation du Criquet pèlerin entre 1926 et 1976	13
Figure 5 : Aires de reproduction et mouvements saisonniers du Criquet pèlerin	14
Figure 6 : Périodes d'invasion et de rémission du Criquet pèlerin, de janvier 1860 à décembre 2000	20
Figure 7 : Secteurs d'activités des équipes de surveillance	24
Figure 8 : Réseau météorologique de l'ONM	25
Figure 9 : Prototype d'images NDVI fournies par IRI université of Columbia (USA)	28
Figure 10 : Prototype d'images Alsat 1 de l'ASAL montrant la végétation en rouge au niveau de Oued Tikiouiat	28
Figure 11 : Situation géographique des stations d'étude	31
Figure 12 : Précipitations mensuelles de 2006 et 2009 au niveau de la région de Tamanrasset	33
Figure 13 : Diagramme ombrothémique de la région du Hoggar (2006 à 2009)	39
Figure 14 : Les précipitations mensuelles dans la région d'Adrar (2006/2009)	40
Figure 15 : Les précipitations mensuelles au niveau de la région d'Adrar	44
Figure 16 : Les Précipitations mensuelles au niveau de la région de Béchar	45
Figure 17 : Diagramme ombrothémique de la région de Béchar	48
Figure 18 : Climagramme pluviométrique d'Emberger des Tamanrasset, Adrar et Béchar (période 2006/2009)	49
Figure 19 : GPS Garmin 12 xl (Manuel du GPS)	51
Figure 20 : Appareil Elocust 2 et son antenne cellulaire	52
Figure 21 : Utilisation de l'appareil Elocust 2 par le prospecteur de l'INPV	52
Figure 22 : Suivi des équipes sur terrain par satellite	52
Figure 23 : Logiciel de traitement des informations acridiennes eLocust Mapper 1.12	53
Figure 24 : Interface de la base de RAMSES	54
Figure 25 : Structure de RAMSES	54
Figure 26 : Schéma général du processus de récolte et transmission des informations par Elocust 2	59
Figure 27 : Secteurs d'activité en phase printanière	61
Figure 28 : Secteurs d'activité en phase automnale	61
Figure 29 : Biotope du criquet pèlerin au niveau de l'Hoggar	63
Figure 30 : Prélèvement des plantes sur site	63
Figure 31 : Détermination des plantes par le guide de lutte antiacridienne	63
Figure 32 : Méthode de capture des ailés sur terrain	64
Figure 33 : Utilisation du pied à coulisse pour les différentes mesures morphométriques	65
Figure 34 : Schéma des mesures morphométriques standard (d'après DIRSH, 1953)	66
Figure 35 : Abaque morphométrique (modifié d'après Rungs, 1954)	67
Figure 36 : Régions couvertes par la prospection durant la phase hivernale 2006 au sud algérien	69
Figure 37 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase hivernale 2006	69
Figure 38 : Régions couvertes par la prospection durant la phase printanière 2006 dans le sud algérien	71
Figure 39 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase printanière 2006 dans le sud algérien	71
Figure 40 : Régions couvertes par la prospection durant la phase estivale 2006 dans le sud algérien	73
Figure 41 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase estivale 2006 dans le sud algérien	73
Figure 42 : Régions couvertes par la prospection durant la phase automnale 2006 dans le sud algérien	75
Figure 43 : Régions couvertes par la prospection durant la phase hivernale 2007 dans le sud algérien	77
Figure 44 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase hivernale 2007 dans le sud algérien	77
Figure 45 : Régions couvertes par la prospection durant la phase printanière 2007 dans le sud algérien	79
Figure 46 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase printanière 2007 dans le sud algérien	79
Figure 47 : Régions couvertes par la prospection durant la phase estivale 2007 dans le sud algérien	80
Figure 48 : Régions couvertes par la prospection durant la phase automnale 2007 dans le sud algérien	82
Figure 49 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase automnale 2007 dans le sud algérien	82
Figure 50 : Régions couvertes par la prospection durant la phase hivernale 2008 dans le sud algérien	84

Figure 51 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase hivernale 2008 dans le sud algérien	84
Figure 52 : Régions couvertes par la prospection durant la phase printanière 2008 dans le sud algérien	86
Figure 53 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase printanière 2008 dans le sud algérien	86
Figure 54 : Régions couvertes par la prospection durant la phase estivale 2008 dans le sud algérien	88
Figure 55 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase estivale 2008 dans le sud algérien	88
Figure 56 : Régions couvertes par la prospection durant la phase automnale 2008 dans le sud algérien	90
Figure 57 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase automnale 2008 dans le sud algérien	90
Figure 58 : Régions couvertes par la prospection durant la phase hivernale 2009 dans le sud algérien	92
Figure 59 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase hivernale 2009 dans le sud algérien	92
Figure 60 : Régions couvertes par la prospection durant la phase printanière 2009 dans le sud algérien	94
Figure 61 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase printanière 2009 dans le sud algérien	94
Figure 62 : Régions couvertes par la prospection durant la phase estivale 2009 dans le sud algérien	96
Figure 63 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase estivale 2009 dans le sud algérien	96
Figure 64 : Régions couvertes par la prospection durant la phase automnale 2009 dans le sud algérien	98
Figure 65 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase automnale 2009 dans le sud algérien	98
Figure 66 : Représentation des rapports E/F et F/C des populations capturées au Nord du Hoggar (Oued El Botha) en mai 2009	101
Figure 67 : Représentation des rapports E/F et F/C des individus acridiens capturés au niveau de la région Nord d'In Belbel , Wilaya d'Adrar en mois de mai 2009	103
Figure 68 : : Représentation des rapports E/F et F/C des individus acridiens capturés au niveau de la région Sud d'In Belbel, Wilaya d'Adrar en mois de mai 2010	105
Figure 69 : Représentation des rapports E/F et F/C des individus acridiens capturés au niveau de la région Sud-est d'In Belbel, Wilaya d'Adrar en mois de mai 2010	107
Figure 70 : Représentation des rapports E/F et F/C des individus acridiens capturés au niveau de la région Zaouiet Kounta, Wilaya d'Adrar en mois de mai 2009	109
Figure 71 : Représentation des rapports E/F et F/C des individus acridiens capturés au niveau de la région Zaouiet Kounta, Wilaya d'Adrar en mois de mai 2010	111
Figure 72 : Représentation des rapports E/F et F/C des individus acridiens capturés au niveau de la région Zaouiet Kounta, Wilaya d'Adrar en mois de mai 2010	113
Figure 73 : Représentation des rapports E/F et F/C des populations capturées au niveau de la région de Ksabi (Oued Saoura), Wilaya de Bechar en avril 2009	115
Figure 74 : Représentation récapitulative des rapports E/F et F/C des individus acridiens capturés au niveau de toutes les stations d'étude	117
Figure 75 : Cercle de corrélation des rapports E/F et F/C des individus acridiens capturés au niveau de toutes les stations d'étude	120
Figure 76 : Représentation de l'ensemble de la population acridienne capturée durant les années 2009 et 2010 dans le plan factoriel (1x2).	121
Figure 77 : Superficies prospectées en hectare de 2006 à 2009	123
Figure 78 : Nombre de signalisations par wilaya (période 2006-2009)	124
Figure 79 : Distribution des larves en fonction des densités de larves par hectare (période de 2006 à 2009)	126
Figure 80 : Distribution des ailés en reproduction en fonction des densités d'individus ailés par hectare (période de 2006 à 2009)	126
Figure 81 : Les périodes de fortes signalisations acridiennes de larves et d'ailés en ponte (Période 2006/2009)	128

Liste des tableaux

Tableau 1 : Densités approximatives auxquelles une transformation phasaire peut se produire chez le Criquet pèlerin <i>Duranton, J.F. & Lecoq, M. (1990)</i>	15
Tableau 2 : Superficies traitées par l'INPV en Algérie durant les campagnes de lutte antiacridiennes (<i>Période 1988/2010</i>) (<i>Bilan INPV, 1988 à 2010</i>)	30
Tableau 3 : la pluviométrie enregistrée a la station de Tamanrasset de 2006 à 2009 (<i>ONM, 2010</i>)	33
Tableau 4 : Les températures enregistrées à la station de Tamanrasset de 2006 à 2009 (<i>ONM, 2010</i>)	34
Tableau 5 : Liste des espèces végétales relevées dans la station Oued El Botha au Nord du Hoggar en mai 2009	37
Tableau 6 : Liste des espèces végétales relevées dans la station d'oued Amded au Sud Ouest du Hoggar en novembre 2010	38

Tableau 7 : la pluviométrie moyenne mensuelle enregistrée a la station d'Adrar de 2006 à 2009 (ONM, 2010)	40
Tableau 8 : Les températures moyennes mensuelles enregistrées à la région d'Adrar de 2006 à 2009 (ONM, 2010)	41
Tableau 9 : Liste des espèces végétale relevées dans la station d'In Belbel	43
Tableau 10 : la pluviométrie moyenne mensuelle enregistrée à la station de Béchar de 2006 à 2009 (ONM de Bechar, 2010)	45
Tableau 11 : Les températures moyennes mensuelles enregistrées à la région de Béchar de 2006 à 2009 (ONM, 2010)	46
Tableau 12 : Liste des espèces végétale relevées dans la station de K'sabi	47
Tableau 13 : Indices morphométriques de <i>Schistocerca gregaria</i> selon Dirsh (1953)	65
Tableau 14 : Mesures morphométriques des mâles capturées au nord du Mouydir en mai 2009	99
Tableau 15 : Mesures morphométriques des femelles capturées au nord du Mouydir en mai 2009	100
Tableau 16 : Mesures morphométriques des mâles capturés à Oued Amded en novembre 2010	102
Tableau 17 : Mesures morphométriques des femelles capturés à Oued Amded en novembre 2010	102
Tableau 18 : Mesures morphométriques des mâles au Nord d'In Belbel dans la W. d'Adar mai 2009	104
Tableau 19 : Mesures morphométriques des femelles au Nord d'In Belbel dans la W. d'Adar mai 2009	104
Tableau 20 : Mesures morphométriques des mâles capturés au Sud d'In Belbel W. d'Adar en mai 2010 :	106
Tableau 21 : Mesures morphométriques des femelles capturées au Sud d'In Belbel W. d'Adar en mai 2010	106
Tableau 22 : Mesures morphométriques des mâles capturés à l'Est d'In Belbel, W. d'Adar en mai 2010	108
Tableau 23 : Mesures morphométriques des femelles capturées à l'Est d'In Belbel, W. d'Adar en mai 2010	108
Tableau 24 : Mesures morphométriques des mâles capturés à Zaouiet Kounta ,W. d'Adar en mai 2009	110
Tableau 25 : Mesures morphométriques des femelles capturés à Zaouiet Kounta ,W. d'Adar en mai 2009	110
Tableau 26 : Mesures morphométriques des mâles capturés à Zaouiet Kounta ,W. d'Adar mai 2010	112
Tableau 27 : Mesures morphométriques des femelles capturés à Zaouiet Kounta, W. d'Adar mai 2010	112
Tableau 28 : Mesures morphométriques des mâles capturés à K'sabi (<i>Oued Saoura</i>) en avril 2010	114
Tableau 29 : Mesures morphométriques des femelles capturés à K'sabi (<i>Oued Saoura</i>) en avril 2010	114
Tableau 30 : Moyennes des rapports morphométriques	116
Tableau 31 : Moyennes et écartypes des mesures morphométriques : Fémur (F), Elytres(E), Capsule céphaliques (C) et les rapports morphométriques E/F et F/C des populations acridiennes capturées au niveau de toutes les stations sud	118
Tableau 32 : Matrice de corrélation entre les variables Fémur (F), Elytres(E), Capsule céphaliques (C) et les rapports morphométriques E/F et F/C	118
Tableau 33 : Pourcentage de contributions globale des variables Fémur (F), Elytres(E), Capsule céphaliques (C) et les rapports morphométriques E/F et F/C dans la formation des axes (1 et 2)	119
Tableau 34 : Pourcentage de contributions des variables Fémur (F), Elytres(E), Capsule céphaliques (C) et les rapports morphométriques E/F et F/C dans la formation des axes (1 et 2)	119
Tableau 35 : Statistique descriptive des variables (annexe 05)	150
Tableau 36 : Données de la contribution des observation de l'analyse en composante principale de l'ensemble des individus capturés entre 2009 et 2010 dans le sud algérien (annexe 05)	150

Liste d'abréviations

ALSAT : Algérien Satellite

APC : Assemblé Populaire Communale

ASAL : Agence Spatiale Algérienne

CIRAD : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le

CLCPRO : Commission de Lutte Contre le Criquet pèlerin dans la région Occidentale

CNES : Centre Nationale des Etudes Spatiale (France)

Développement

Elocust 2 : Appareil électronique de transmission

EMPRES : Système de prévention et de réponse rapide contre les ravageurs et maladies transfrontières des animaux et des plantes

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

GPS : Global Positioning System

INPV : Institut National de Protection des Végétaux

IRI : International Research Institute

METEOSAT: satellite météorologique

MODIS : Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer

NDVI : Normalized Difference Vegetation Index

NOAA : National Oceanic and Atmospheric Administration

NOVACOM : Géolocalisation par satellite et suivi de véhicule par GPS

OCLALAV : Organisation Commune de Lutte Antiacridienne et de Lutte Anti-aviaire

ONM : Office National de la Météorologie

PCC : Poste de commandement central

PCW : poste de commandement de Wilaya

RAMSES: Reconnaissance and management system of the environment of Schistocerca

SIG : Système d'Information Géographique

USD : Dollar américain

INTRODUCTION GENERALE :

Depuis des temps immémoriaux, l'humanité est confrontée à un ennemi redoutable et dévastateur, le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*. Forskal, 1775). Un insecte capable, sous l'influence d'un accroissement de densité, de passer d'une forme solitaire, inoffensive pour les cultures et les pâturages, à une forme grégaire très nuisible.

Le criquet pèlerin en Afrique constitue une menace extrêmement grave pour l'agriculture. Son aire d'invasion couvre l'Afrique, au nord de l'Équateur, le Moyen-Orient, les péninsules Arabiques et Indo-pakistanaise et, parfois, l'Europe méditerranéenne. Cela représente au total 57 pays et plus de 20 % des terres émergées. En, dehors des périodes d'invasion, le Criquet pèlerin se replie en période de rémission dans les zones les plus arides de son aire de dispersion où il passe le plus souvent inaperçu, (Lecoq, 1999).

Dans le passé, les services de la protection des plantes se sont employés à repousser les bandes et les essaims de criquets par des luttés curatives qui ne s'opèrent qu'au moment de l'invasion en utilisant divers produits chimiques, mais sans guère de succès tangible. Les essaims ont toujours réussi à imposer leur loi.

Actuellement, la lutte préventive est reconnue par la communauté internationale comme la seule stratégie durable pour maîtriser les invasions du Criquet pèlerin. Elle consiste à surveiller en permanence les aires grégarigènes et à détruire par des interventions rapides sur des superficies limitées, les bandes larvaires et les premiers regroupements acridiens ayant amorcés le processus de grégarisation (Duranton et *al.*, 1995)

L'Algérie, à l'instar des pays sahéliens, est périodiquement confrontée à des invasions, en nombre de 15 selon la littérature. Les études menées par plusieurs chercheurs en Algérie, citant à titre d'exemple celles de Volkonsky, durant l'époque coloniale sur 3 années consécutives (1939, 1940 et 1942), ont démontré que l'Algérie abrite véritablement des zones potentielles de survie et de multiplication du criquet pèlerin, réparties sur tout le Sahara, et en fonction des conditions éco météorologiques, des mouvements ascendants et descendants s'opèrent chaque année entre l'Algérie et les pays sahéliens, (Volkonsky M.A., 1942).

Le Criquet pèlerin étant un ravageur transfrontalier, ces différentes crises sont gérées au niveau sous-régional par la Commission de Lutte contre Criquet pèlerin en Région Occidentale (CLCPRO) sous l'égide de la FAO. Cette fonction était auparavant assumée par l'Organisation Commune de Lutte Antiacridienne et Lutte Anti aviaire (OCLALAV) jusqu'en 1987.

En Algérie, l'Institut National de la Protection des Végétaux, est la structure actuelle en charge de la surveillance et de la lutte sur toute l'étendue du territoire national. Afin d'éviter tout départ d'invasion, un de ses objectifs principaux vise l'amélioration de la lutte préventive.

Les recherches avancées entreprises par les experts de la FAO, à travers le programme EMPRES depuis ces dernières années, ont conduit à l'introduction pratique de certains outils modernes de transmission des informations et des applications informatiques d'alerte précoce et d'aide à la décision. Ces derniers ont progressivement permis de mieux comprendre l'écologie du criquet pèlerin et de mettre en place des méthodes de lutte et des stratégies de prévention basées sur la localisation et la cartographie des biotopes potentiels du criquet pèlerin.

Ce travail de fin d'étude de Magister en acridologie vise principalement l'amélioration de la surveillance du Criquet pèlerin en Algérie par l'exploitation des nouvelles technologies disponibles au niveau de l'INPV, notamment la base de données acridiennes, le système d'information géographique (SIG), les appareils de transmission satellite (Elocust 2) et le GPS.

En effet, durant ces quatre dernières années de rémission (2006/2009), ces outils ont permis d'avoir une vision synthétique de la biogéographie du Criquet pèlerin en Algérie, notamment le fonctionnement spatiotemporel des différents biotopes.

En plus, pour mieux préciser le comportement et l'apparence du criquet pèlerin au niveau des principales zones de reproduction, nous avons choisi comme zone d'étude le Sahara central et méridional, plus précisément la région du Hoggar (Oued El Botha et Oued Amded), la région d'Adrar (In belbel et Zaouiet Kounta), la région de Béchar(Ksabi) où des mesures morphométriques ont été réalisées sur différents individus mâles et femelles issus d'infestations acridiennes.

Pratiquement ce travail est divisé en quatre chapitres :

- Le 1^{er} chapitre présente tout d'abord la bio-écologie du Criquet pèlerin en Algérie ; elle a été élaborée grâce à une synthèse bibliographique exhaustive sur le ravageur en décrivant globalement son environnement et ses mouvements saisonniers.
- Le 2^{ème} chapitre est consacré à la présentation des 03 régions d'étude à savoir Tamanrasset, Adrar et Béchar
- Le 3^{ème} chapitre détaille les outils et la méthodologie de travail adoptés pour
 - La collecte des informations et leur analyse cartographique
 - Les différentes mesures morphométriques des individus capturés
- Le 4^{ème} chapitre concernera les résultats et discussions.

Et enfin la conclusion générale et les perspectives.

CHAPITRE I - DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LE CRIQUET PELERIN *Schistocerca gregaria* (Forskäl, 1775)

I.1- Importance économique du criquet pèlerin

Le criquet pèlerin constitue l'espèce acridienne la plus importante du point de vue économique. Ce ravageur polyphage constitue une menace sérieuse pour les ressources agropastorales et les moyens d'existence des populations concernées. Ce fléau transfrontier peut envahir une zone s'étendant d'est en ouest de la côte atlantique de l'Afrique à la frontière indo-pakistanaise et du Nord au sud, de la Méditerranée à l'équateur. Il constitue non seulement un problème de sécurité alimentaire avec de graves répercussions économiques et sociales mais également un souci majeur de santé publique et environnemental. (C.L.C.P.R.O., 2010)

En période d'invasion, *Schistocerca gregaria* est considéré comme une catastrophe naturelle dont l'impact économique n'est plus à démontrer. De nombreuses données attestent de cette importance, notamment les famines enregistrées autrefois, les plus récentes en Ethiopie et au Soudan en 1950, (Lecoq, 2005)

Les populations grégaires de cet insecte peuvent contaminer les territoires de la côte occidentale de l'Afrique jusqu'à l'Inde sur une étendue de plus de 29 millions de kilomètres carrés.

En période de rémission, les populations solitaires restent cantonnées dans les parties les plus désertiques de l'aire (Sahara, Arabie, Asie du sud-ouest), soit une étendue d'environ 16 millions de km², (Popov et al., 1991).

La Région occidentale de l'Afrique renferme de nombreuses et vastes aires grégariques du Criquet pèlerin, et abrite à la fois des zones de reproduction estivale, hiverno-printanière et printanière qui peuvent être à l'origine de départs de résurgences, de recrudescences majeures, voire même d'invasions.

Il est à rappeler que depuis 1860, neuf périodes d'invasions généralisées du Criquet pèlerin se sont succédées : 1860-1867, 1869-81, 1888-1910, 1912-19, 1926-35, 1940-47, 1949-1952, 1987-1989 et 2003-2005. La maîtrise de l'invasion 2003-2005 a nécessité le traitement d'environ 13 millions d'hectares utilisant près de 13 millions de litres de pesticides chimiques. La facture des opérations de lutte, supportée à la fois par

les pays concernés et par la communauté internationale, s'est élevée à environ 570 millions d'USD, (C.L.C.P.R.O., 2010)

La famine a frappé de plein fouet les zones les plus déshéritées. Un tiers des populations mauritaniennes et nigériennes, soit 4,8 millions de personnes a été exposé à la famine. En Mauritanie et au Mali, un enfant de moins de cinq ans sur trois a souffert de malnutrition. Au Niger, 350.000 enfants de moins de cinq ans ont été menacés de malnutrition grave, (Brader et al., 2006). En Algérie plus de 4.600.000 ha ont été traités dans plus de 30 wilayate.

I.2- Position taxonomique

Selon (Duranton et Launois, 1982), *Schistocerca gregaria* (Forskâl, 1775), (Fig.1) appelé communément Criquet pèlerin ou Criquet du désert, appartient à la classe des insectes, à l'ordre des Orthoptères et au sous ordre des *Caelifères*, à la famille des *Acrididae* et à la sous famille des *Cyrtacanthacridinae*.



Figure 1 : Adulte de *Schistocerca gregaria* (INPV, 2004)

I.3- Bio-écologie du criquet pèlerin

I.3.1- Biologie du Criquet pèlerin

Le Criquet pèlerin effectue 2 à 3 générations par an, avec un arrêt de développement facultatif à l'état imaginal (quiescence) qui lui permet de passer de longues périodes sèches. En fonction de la température, les œufs mettent de 11 à 60 jours pour se développer. Les larves grégaires passent par 5 stades, mais certaines femelles solitaires, et plus rarement les mâles, peuvent doubler le stade 3 (3 bis). Les grégaires

effectuent leur développement larvaire en 25 à 50 jours et les solitaires en 30 à 90 jours. Après la mue imaginale l'imago apparait. La durée de la période pré-reproductive est variable selon les conditions écologiques rencontrées. Elle peut durer de 15 jours en saison pluvieuse, à 6 mois en saison sèche, période pendant laquelle l'insecte peut parcourir des distances considérables à la recherche de zones encore vertes procurant la nourriture. Les femelles pondent en moyenne 2 ou 3 fois (plus rarement 4) dans leur vie. La durée globale d'une génération de Criquets pèlerins, solitaires ou grégaires, varie de 2 à 6 mois (Duranton & Lecoq, 1990). Les trois états successifs du cycle biologique du Criquet pèlerin peuvent être représentés dans la figure 2.

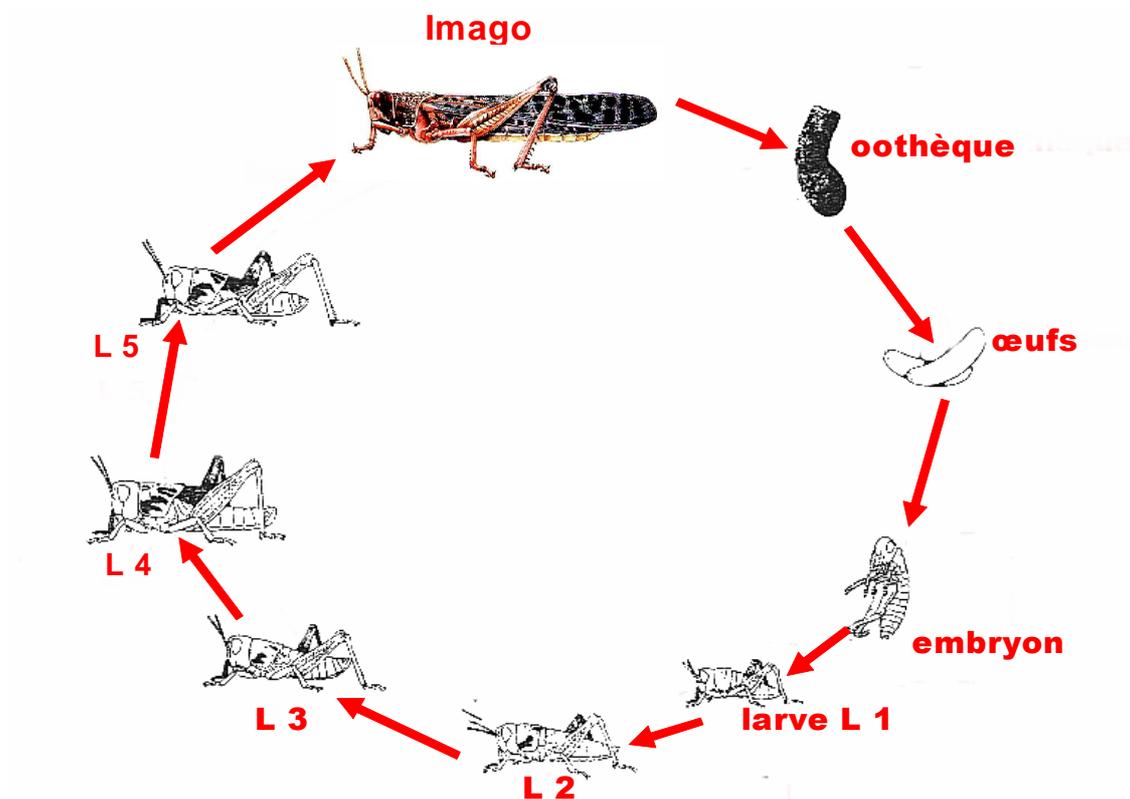


Figure 2 : Cycle biologique du Criquet pèlerin (INPV, 2004)

I.3.2- Ecologie du Criquet pèlerin

Le Criquet pèlerin en phase solitaire hante les déserts chauds de l'Ancien Monde. En phase grégaire, il envahit les bordures semi-arides, voire humides des zones désertiques, méditerranéennes ou tropicales. Dans ces milieux contrastés, chaque population bénéficie d'un environnement fluctuant qui lui permet un développement plus ou moins complet. Un environnement se caractérise par des conditions du milieu et les principaux facteurs et conditions écologiques existant dans une zone géographique déterminée. La détermination de l'extension géographique (la chorologie) de chaque milieu conduit à la délimitation d'unités territoriales écologiquement homogènes. L'environnement du Criquet pèlerin est défini comme l'ensemble des facteurs et des conditions écologiques qui agissent sur son développement. Placées dans un même milieu, une population solitaire et une population grégaire de Criquet pèlerin auront des perceptions différentes et donc des environnements respectifs différents (Duranton & Lecoq, 1990)

Un biotope à Criquet pèlerin est 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 & Lecoq, 1990)

La figure 3 présente les différentes aires de dispersion du Criquet pèlerin selon sa phase. L'aire d'invasion est l'ensemble des territoires susceptibles d'être contaminés par les populations grégaires

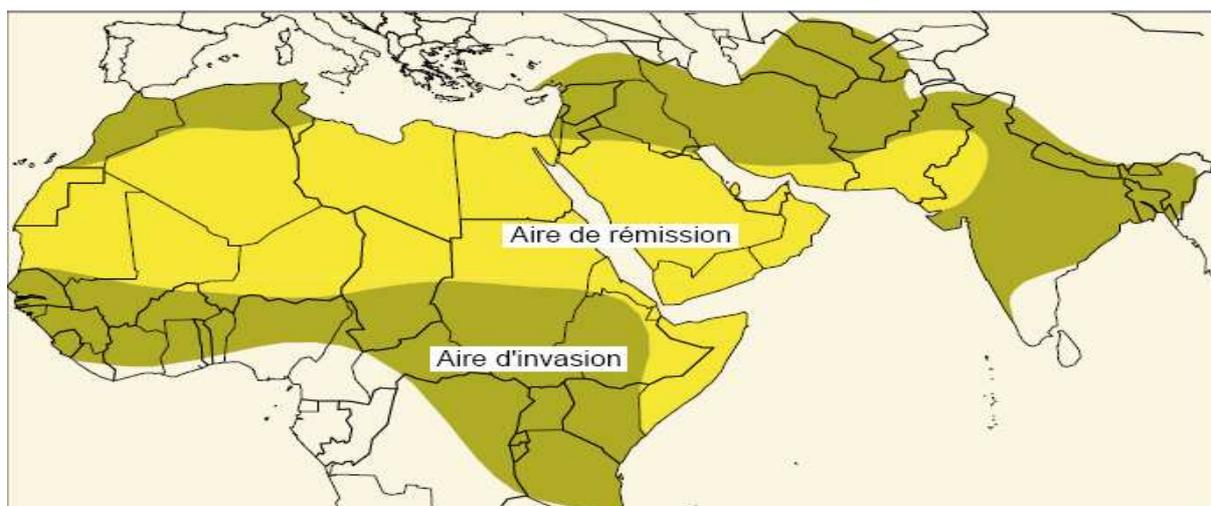


Figure 3 : Aire d'invasion et de rémission du criquet pèlerin (Lecoq, 1999)

Elle est la plus large car les imagos grégaires ont les exigences écologiques les moins contraignantes. L'aire de reproduction des grégaires est la zone où le Criquet pèlerin grégaire est capable de se reproduire. Elle évolue avec les conditions éco-météorologiques et est englobée dans l'aire d'invasion. L'aire de dispersion des solitaires est l'ensemble des zones où le Criquet pèlerin solitaire peut vivre ou survivre. L'aire grégarigène est constituée de territoires écologiquement complémentaires qui assurent le maintien des populations en phase solitaire et la possibilité de transformation phasaire si les conditions éco-météorologiques sont favorables. Elle possède en son sein les foyers de grégarisation. Le foyer de grégarisation est une entité territoriale où des conditions éco-météorologiques favorables induisent des pullulations acridiennes et des phénomènes de densation conduisant à la transformation phasaire. Contrairement aux quatre premières aires du Criquet pèlerin, les limites du foyer de grégarisation évoluent selon les conditions climatiques, (Keita, 2009).

I.3.2.1- Les biotopes de multiplication (Aires grégarigènes)

Les données recueillies, au cours des cycles anciens de pullulation du Criquet pèlerin ont permis de mettre en évidence la présence de zones où, le plus souvent, les Criquets solitaires se concentrent, se multiplient et grégarisent, avant l'invasion. Ces zones sont soumises à des conditions climatiques particulières qui offrent des complémentarités écologiques saisonnières au Criquet pèlerin pour effectuer son développement en phase solitaire. Ces zones sont appelées les aires grégarigènes, dont les principales sont les suivantes, (Duranton & Lecoq, 1990)

- L'aire grégarigène de la région orientale, en bordure du désert indo-pakistanaï (où les systèmes de vents favorisent des concentrations importantes de populations) ;
- L'aire grégarigène centrale des côtes de la Mer Rouge et du Golfe d'Aden (où les régimes de pluies peuvent fournir des conditions favorables à la reproduction tout au long de l'année) ;
- L'aire grégarigène de la région occidentale de l'Afrique de l'Ouest et du Nord-Ouest.

Au sein de ces aires grégarigènes, les zones où les conditions propices à la transformation phasaire sont réunies pendant une année donnée sont appelées les foyers de grégarisation, (Fig.4). Ces foyers évoluent d'une année à l'autre, mais avec le recul offert par les données historiques il serait envisageable d'en dresser la liste associée à une probabilité d'activité.

Ces notions d'aires grégarigènes et de foyers de grégarisation ont beaucoup aidé à l'organisation de la surveillance et de la lutte. C'est grâce à elles qu'il a été possible de mettre au point une stratégie de lutte préventive.

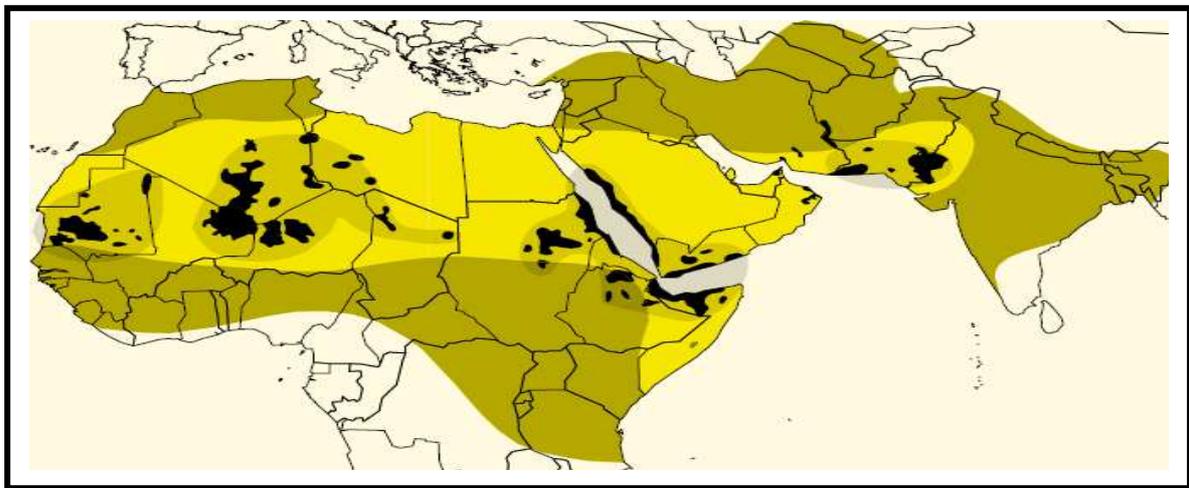


Figure 4 : Foyers de grégarisation du Criquet pèlerin entre 1926 et 1976 d'après (Lecoq, 1999)

I.3.2.2- Complémentarité écologique saisonnière des aires grégarigènes

Pendant la période de rémission, les individus du Criquet pèlerin vivent disséminés dans les zones arides et semi-arides en faible densité. Pour une meilleure utilisation des ressources disponibles et en adaptation aux variations climatiques en particulier la répartition spatio-temporelle des pluies, le Criquet pèlerin exploite dans l'ensemble de son aire d'habitat, trois zones principales (Fig.5) et complémentaires de reproduction entre lesquelles il y a un échange permanent des insectes. (Ould Ahmedou, 2002).

I.3.2.2.1- Zone de reproduction estivale

Cette zone concerne la presque totalité de l'Afrique sub-saharienne, l'Arabie méridionale, le Pakistan et le Nord-est de l'Inde. Elle fonctionne à la faveur des pluies de mousson entre les mois d'août et d'octobre.

I.3.2.2.2- Zone de reproduction hivernale

Elle comprend le Sud de l'Algérie, le Nord du Tchad, du Niger et du Mali, la Mauritanie, la Corne de l'Afrique et les contrées de l'Asie du sud-ouest. Les reproductions ont lieu entre les mois d'octobre et de janvier.

I.3.2.2.3- Zone de reproduction printanière

Elle couvre le Maghreb, la Somalie, l'Éthiopie et certains pays de l'Asie. La reproduction a lieu entre les mois de décembre et de mai. Les ailés descendent généralement vers la zone estivale à partir de juillet.

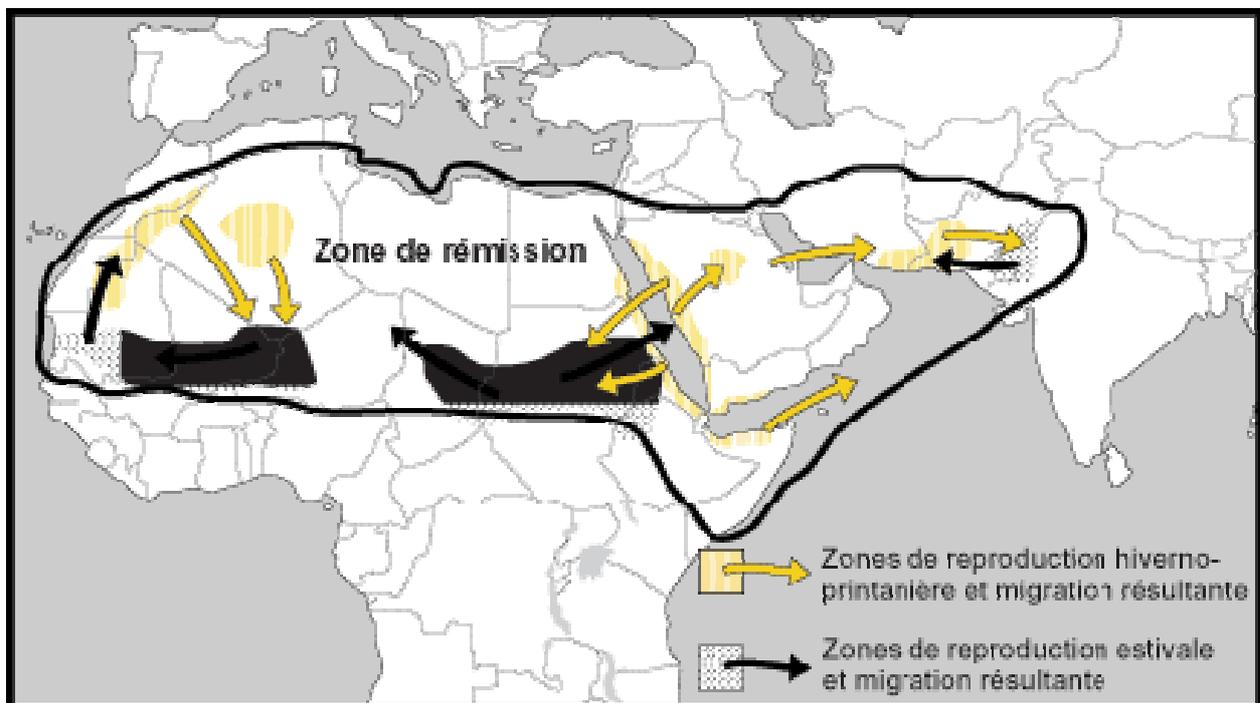


Figure 5 : Aires de reproduction et mouvements saisonniers du criquet pèlerin (Cressman et Symmons., 2001)

I.4- Le polymorphisme phasaire du Criquet pèlerin

Le polymorphisme phasaire désigne la faculté qu'ont les individus d'une même espèce de Criquet de présenter des formes variées et réversibles. Jusqu'en 1921, *Locusta danica* et *Locusta migratoria* étaient considérés comme deux espèces différentes. C'est avec la découverte du polymorphisme phasaire par B. UVAROV qu'on s'est rendu compte qu'il s'agissait d'une seule et même espèce. En effet, *Locusta danica*

représentait les individus solitaires et *Locusta migratoria* représentait les individus grégaires.

Chez une population de criquets grégariaptés, la grégarisation s'accomplit progressivement; il faut plusieurs générations pour qu'elle s'installe d'une manière durable. Dès que le grégarisme s'amorce, l'insecte commence à subir des transformations sur le plan morphologique, entre autre, et au bout d'un certain temps, il aura la forme d'un individu complètement grégaire. Le passage de la phase grégaire à la phase solitaire se traduit également par des modifications progressives.

Les individus qui ont des formes intermédiaires entre les grégaires et les solitaires sont appelés transiens. Ils sont transiens congregans quand ils évoluent vers la phase grégaire et transiens dissocians lorsqu'ils redeviennent solitaires. (Chara, 1995b)

Le déclenchement du phénomène de grégarisme intervient avec l'augmentation de la densité par unité de surface. Les effectifs qui déclenchent la grégarisation varient d'une espèce à une autre. Il suffit qu'il y ait 500 individus par hectare pour que le grégarisme s'amorce chez *Schistocerca gregaria* (Tableau 1) ; par contre il faut au moins 2000 individus par hectare pour que cela se produise chez *Locusta migratoria migratorioides*. On peut donc déduire que l'aptitude au grégarisme varie d'une espèce de locuste à une autre. Les espèces fortement grégariaptés qu'on rencontre en Afrique sont : *Schistocerca gregaria*, *Locusta migratoria migratorioides*, *Dociostaurus maroccanus*, *Nomadacris septenfasciata*, *Anacridium melanorhodon* et *Locusta migratoria capito*.

Tableau 1 : Densités approximatives auxquelles une transformation phasaire peut se produire chez le Criquet pèlerin.

Le stade	Le Nombre de criquets par m ²	Nombre de criquets par ha
Larves de jeune stade	5	50 000
Larves de dernier stade	0,5	5 000
Ailés	0,025-0,05	250-500

Duranton, J.F. & Lecoq, M. (1990)

Parmi les situations qui conduisent à une augmentation de la densité (densation - concentration) par unité de surface et par conséquent à la grégarisation, on peut citer :

- Le dessèchement progressif de la végétation: la réduction des espaces favorables au développement des criquets conduit ces derniers à se diriger, pour s'alimenter et se reproduire, vers les taches de végétation qui persistent dans les zones d'accumulation des eaux (cuvettes, bas fonds etc...); ce qui se traduit par une **Centro-densation** ou concentration d'individus;

- Le maintien de conditions écologiques favorables pendant des périodes suffisamment longues : une telle situation permet d'augmenter la longévité des individus et leur fécondité et limite en outre, les pertes par mortalité qui peuvent intervenir dans des conditions défavorables de développement.

- L'action des vents convergents qui regroupent des individus venant d'horizons différents : **l'extro-densation**
- Le rassemblement d'individus sur certaines plantes préférentiellement appréciées, **l'identito-densation**.

Dans tous ces cas, les contacts entre individus augmentent et déclenchent chez les criquets des mutations qui conduisent à des transformations morphologiques, anatomiques, physiologiques, écologiques et éthologiques.

I.4.1- Transformation morphologiques

Les principales transformations morphologiques qui interviennent lors du passage de la phase solitaire à la phase grégaire concernent

- **La taille des individus :**

Les criquets grégaires sont généralement de plus petite taille que les solitaires

- **La forme du pronotum :**

Pour *Schistocerca gregaria* le pronotum présente une carène médiane et des carènes latérales parallèles chez les solitaires. Par contre, celui des grégaires a une carène médiane plus ou moins plate et des carènes latérales convergentes.

- **La forme de l'espace mésosternal et de la furca :**

L'espace mésosternal se présente sous la forme d'un triangle chez les solitaires et d'un rectangle chez les grégaires de *Schistocerca gregaria*. La furca est arrondie chez les solitaires et rectangulaire chez les grégaires.

- **La forme de la tête :**

Élargissement du vertex et de l'espace oculaire chez les grégaires par rapport aux solitaires ; les joues des grégaires sont plus bombées que celles des solitaires.

- **La pigmentation du corps :**

Elle est très apparente chez les larves. Celles-ci sont d'une couleur verte ou brune (solitaire) ou jaune pigmentée de noir (grégaire de *Schistocerca gregaria* et de *Anacridium sp.*) ou orange pigmentée de noir (*L. migratoria*). Les individus, d'espèces acridiennes grégariaptés, dont la coloration est celle des solitaires, sont dits solitaricolores et ceux qui ont la couleur des grégaires sont dénommés grégariocolores. Les individus d'une espèce acridienne grégariaptés qui présentent les caractéristiques morphologiques des solitaires sont dits: solitariformes et ceux dont les caractéristiques morphologiques s'apparentent aux grégaires sont appelés grégariiformes.

I.4.2- Transformation anatomique

Sur le plan anatomique, la transformation principale concerne la réduction du nombre d'ovarioles par ovaire chez les femelles et du nombre de tubes séminifères par testicule chez les mâles. Ces réductions ont une répercussion directe sur le potentiel biotique des individus.

I.4.3- Transformation physiologique

Les criquets grégaires ont un métabolisme plus élevé que les solitaires; ils consomment par conséquent plus de nourriture. Un individu prélève généralement l'équivalent de son poids par jour (2,5 g en moyenne).

I.4.4 - Transformation biologique

Les durées d'incubation des œufs et de développement de chaque stade larvaire sont en général plus courtes chez les grégaires. Par contre le nombre d'œufs par ponte, le nombre de pontes que produit une femelle au cours de sa vie imaginaire et le nombre de stades larvaires sont plus élevés chez les solitaires que chez les grégaires. Ex

Schistocerca gregaria se développe en cinq stades larvaires en phase grégaire et six stades larvaires en phase solitaire.

I.4.5- Modifications dans le tempérament écologique des individus

Les exigences écologiques des individus sont plus marquées chez les solitaires. En effet, ces derniers ne se rencontrent en période de rémission que dans des régions limitées dans l'espace. Par contre, en période d'invasion, les criquets grégaires ont une plasticité écologique plus large, ce qui leur permet de coloniser des territoires très étendus. (Chara, 1995b)

I.4.6-Transformations éthologiques

Il s'agit notamment de la faculté qu'ont les grégaires à se rassembler pour former des bandes larvaires et des essaims à l'intérieur desquels chaque individu a le même comportement que ses congénères.

Par contre, les individus solitaires ont chacun un comportement qui leur est propre et vivent isolément.

Ainsi, les individus solitaires se déplacent la nuit alors que les grégaires font des déplacements diurnes. Toutefois, il peut arriver que des populations grégaires continuent à se déplacer la nuit si les températures restent suffisamment élevées.

Lorsque les criquets ont un comportement grégaire (formation de groupes, essaims et bandes larvaires à l'intérieur desquels chaque individu adopte le même comportement que ses congénères), ils sont dits gréarigestes. Par contre quand chaque individu mène une vie isolée et adopte un comportement qui lui est propre, il est appelé solitarigeste (Chara, 1995)

I.5- Différentes situations acridiennes

I.5.1- Période de rémission

En temps normal, le Criquet pèlerin est présent à de faibles densités dans des zones semi-arides ou arides, loin des principales régions agricoles. Il ne provoque alors pas de dégâts significatifs aux cultures et les bandes larvaires et les essaims sont rares ou totalement absents. Ces périodes sont appelées rémissions. (Cressman et Symmons., 2001).

I.5.2- Période de résurgence

Selon Cressman et Symmons., (2001), une résurgence se produit lorsque les effectifs acridiens augmentent pendant plusieurs mois suite à la concentration, la multiplication et la grégarisation. Bien qu'une résurgence soit souvent localisée et limitée à certains habitats, elle peut conduire à la formation de bandes et d'essaims si elle n'est pas maîtrisée. Il rajoute que les premières étapes d'une résurgence passent souvent inaperçues. Les larves peuvent être dissimulées dans la végétation et échapper ainsi facilement à toute observation durant les prospections.

De même, les ailés peuvent être présents en si petit nombre qu'aucun ou peu d'entre eux seront trouvés. Il est également possible que des ailés soient amenés d'une vaste zone par un flux d'air convergent de basse altitude, probablement associé à la pluie nécessaire au succès de la première reproduction de la séquence.

I.5.3- Période de recrudescence

Les recrudescences sont le résultat de reproductions réussies sur plusieurs générations par une population initialement de petite taille. A chaque génération, la part de la population totale regroupée dans des bandes et des essaims augmente au détriment des individus épars; les effectifs totaux de criquets pèlerins ainsi que la taille et la cohésion des bandes et des essaims augmentent. Plusieurs résurgences se produisant simultanément suivies de deux générations ou plus de reproduction transiens à grégaire peuvent conduire à une recrudescence.

Une telle situation dépend d'une succession de pluies importantes et largement répandues dont les premières au moins tombent dans l'aire de rémission habituellement aride. Au fur et à mesure du développement de la recrudescence, des migrations ont lieu, amenant les ailés d'une zone de reproduction à la zone suivante. Plus d'une recrudescence peut se produire au même moment mais dans des régions différentes. Beaucoup de recrudescences s'éteignent sans avoir entraîné d'invasion majeure. Par exemple, sur les cinq recrudescences qui se sont produites depuis 1970, une seule a conduit à une invasion généralisée. Une telle situation peut être le résultat d'une combinaison de plusieurs facteurs tels que la mauvaise répartition des pluies entraînant des conditions défavorables à la reproduction, la migration des ailés vers une zone dans laquelle ils meurent rapidement, ou encore des opérations de lutte.

Les quelques recrudescences analysées avec soin sont celles qui ont conduit à des invasions généralisées, même de courte durée. Au cours de ces recrudescences, la séquence des déplacements a souvent été différente.

De plus, plusieurs d'entre elles semblent avoir débuté dans des zones où une reproduction de rémission a très rarement lieu. Les zones de rémission les plus fréquemment infestées peuvent ne pas être les zones les plus importantes (Cressman & Symmons., 2001).

I.5.4- Période des invasions généralisées

Lorsque la transformation phasaire a réussi et que les populations grégaires sont nombreuses et forment des bandes larvaires et des essaims sur de vastes territoires, on parle alors de période d'invasion. Les dégâts sur les cultures peuvent alors être considérables. Entre deux périodes d'invasion s'intercale une période de rémission. Les populations grégaires sont absentes. Les solitaires dominent en vivant isolés. Les dégâts sur les cultures sont alors insignifiants.

Depuis 1860, neuf invasions généralisées et dix recrudescences majeures, interrompues par des périodes de rémission et des résurgences localisées, ont eu lieu, (Fig.6). Ces dernières ont duré de quelques mois à plusieurs années. (Cressman & Symmons., 2001).

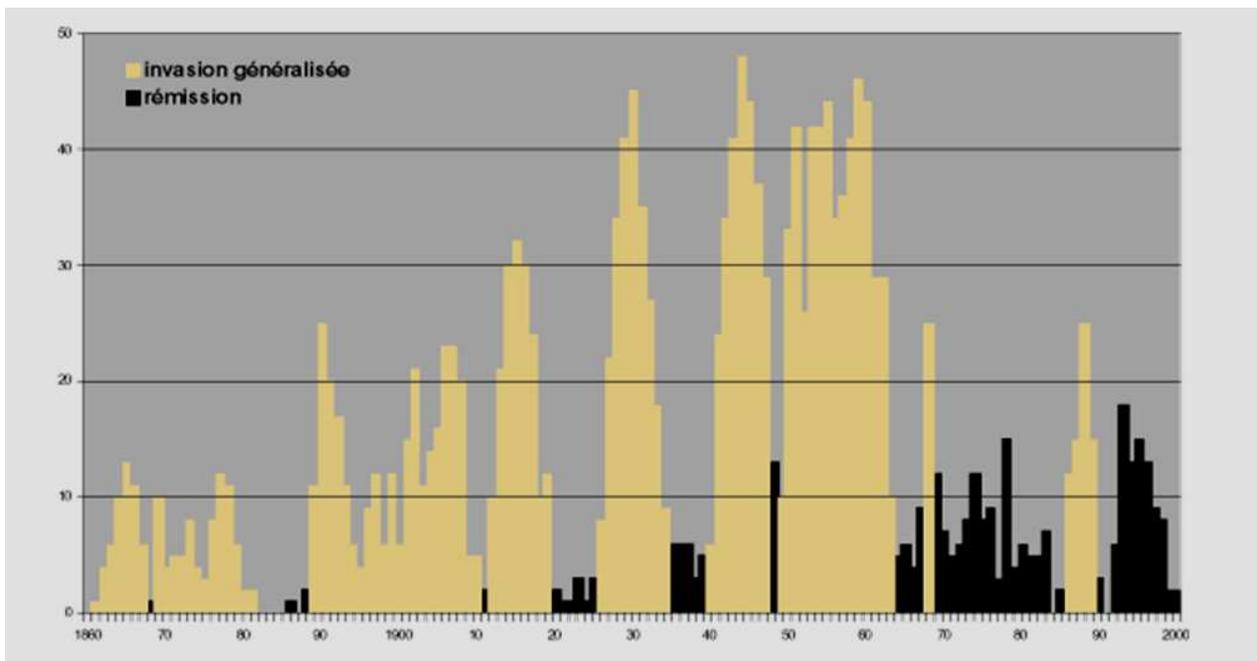


Figure 6 : Périodes d'invasion et de rémission du Criquet pèlerin, de janvier 1860 à décembre 2000 (Cressman et Symmons., 2001)

Il y a des périodes d'une ou de plusieurs années, appelées invasions généralisées, au cours desquelles persistent, sur de vastes étendues, d'importantes infestations acridiennes principalement sous forme de bandes ou d'essaims. Une invasion généralisée peut se produire lorsqu'il existe des conditions propices à la reproduction et quand les opérations de lutte ne parviennent pas à stopper l'évolution d'une série de résurgences locales en une recrudescence ne pouvant pas être maîtrisée. On parle d'invasion généralisée majeure lorsque deux régions au moins sont affectées simultanément. Les invasions généralisées sont séparées par des périodes de rémission durant lesquelles les bandes et les essaims sont rares ou totalement absents et la plupart des populations acridiennes présentes à de faibles densités.

Six invasions généralisées majeures du Criquet pèlerin se sont produites au 20^e siècle; une d'entre elles a duré près de 13 ans. La zone dans laquelle les invasions généralisées ont lieu couvre environ 29 millions de km², ce qui est presque le double de la superficie de la zone de rémission, et peut englober 57 pays. (Cressman & Symmons., 2001).

I.6- Problématique et stratégie de lutte antiacridienne

L'Algérie, de par sa situation géographique, abrite les zones potentielles de survie et de multiplication du criquet pèlerin, réparties sur tout le Sahara.

Deux types de reproduction sont fréquents en Algérie en période de rémission comme en période d'invasion; la reproduction estivale et la reproduction printanière.

La reproduction estivale concerne toutes les régions du Sahara Méridional, situées au sud de la latitude 24°N. Il s'agit particulièrement des zones d'écoulement et d'épandage des eaux de pluie du sud de l'Ahnet et du Tamesna. La reproduction printanière quant à elle, survient en période de rémission dans les oueds et les maaders du Sahara central.

L'Algérie constitue également lorsque les conditions écologiques sont favorables une zone de reproduction pour les populations allochtones. Ces populations proviennent :

- Des pays sahéliens limitrophes (Mali et Niger) à la fin de la reproduction estivale.
- De la frontière Ouest (Mauritanie et Maroc) en période de reproduction hiverno-printanière.

Par ailleurs, il y a lieu de signaler qu'à la fin de la reproduction hiverno-printanière, les populations qui échappent aux traitements, en Algérie, peuvent envahir à leur tour les pays du Sahel (Mali, Niger), (Chara, 1998)

I.6.1- En période de rémission

La stratégie actuelle de lutte contre cette espèce en période d'accalmie se veut préventive et repose sur un système d'alerte précoce destiné à détecter le plus rapidement possible les conditions écologiques favorables et les toutes premières concentrations de criquets, avant le début d'une recrudescence ou d'une invasion.

Cette stratégie préconisée par la FAO a été appliquée avec un certain succès depuis les années 1960. Elle consiste à surveiller en permanence les aires d'origine des invasions (les aires dites grégarigènes) et à noter tout spécialement les conditions écologiques favorables et le niveau des populations acridiennes.

Si cette surveillance est effectuée régulièrement, les premières pullulations peuvent alors être détectées et détruites par des interventions de lutte préventive sur des superficies limitées, avant que les zones cultivées ne soient attaquées et que l'invasion ne se propage. Les coûts récurrents de la prévention et les superficies traitées ne représentent qu'un faible pourcentage des aides d'urgence et des superficies traitées en curatif.

En Algérie, les aires grégarigènes du criquet pèlerin sont le plus souvent caractérisées par des sols sableux ou sablo argileux. Ils sont généralement liés aux réseaux hydrographiques et correspondent à des zones d'épandage d'oueds et à des cuvettes endoréiques où les apports en eau sont plus ou moins importants et les ressources hydriques bien supérieures à la seule pluviosité locale.

Dans certains cas, le bassin versant où sont collectées les eaux de pluies peut être distant de plus d'une centaine de kilomètres des sites d'épandage qui constituent des biotopes grégarigènes, (Moumen, 2002)

Dans d'autre cas, les réserves hydriques accumulées sont considérables et restent disponibles durant plusieurs mois.

Dans ces biotopes de grégarisation, deux facteurs écologiques jouent un rôle prépondérant :

- La pluie qui va permettre la ponte, le développement embryonnaire et le développement de la végétation.
- La végétation qui se développe après les pluies (directement dans les zones de pluies ou dans les zones d'épandage) et offrant abri, perchoir et nourriture nécessaire pour le développement et la croissance des jeunes larves et des imagos.

Dans le cadre d'un système d'alerte précoce, ce sont ces zones qu'il convient de mieux connaître. Il faut améliorer la localisation et la cartographie des biotopes potentiels du criquet pèlerin, et disposer de moyens pour contrôler régulièrement l'évolution des conditions écologiques (pluies, végétation) et l'apparition de conditions pouvant favoriser la concentration, la reproduction et la grégarisation de populations acridiennes.

Afin de collecter ces informations, concernant les conditions écologiques favorables, dans tous les pays concernés, et en particulier en Algérie, des équipes de prospection sont déployées durant toute l'année dans ces aires grégarigènes. En fonction du cycle du criquet et de l'évolution saisonnière des conditions écologiques, des itinéraires de prospection sont établis mois par mois. Un tel dispositif est cependant coûteux du fait de l'étendue des zones à prospector et des conditions logistiques particulièrement difficiles dans de nombreuses régions désertiques.

L'Algérie, comme tous les pays de la Région Occidentale, a adopté la stratégie de lutte préventive en période de rémission, qui consiste à surveiller en permanence les aires primaires de reproduction et de grégarisation du Criquet pèlerin et de détruire les foyers primaires évitant ainsi la formation de bandes larvaires et des essaims. Ces aires se trouvent dans les régions sahariennes et fonctionnent de manière saisonnière (Chara, 1998)

- Sahara Méridional, région sous influence du Front Inter Tropical (FIT), bénéficiant des pluies d'été et où a lieu la reproduction estivo-automnale.
- Sahara Central, soumis aux dépressions provenant du Nord et de l'Atlantique et où a lieu la reproduction hiverno-printanière.

La lutte antiacridienne, en Algérie est du ressort du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural qui a chargé l'Institut National de la Protection des Végétaux (INPV) par l'intermédiaire du Département de Lutte Antiacridienne de gérer le problème acridien. Ses missions consistent à :

- Organiser et conduire en période de rémission les opérations de surveillance et de lutte contre le criquet pèlerin (Fig.7),
- Elaborer et Coordonner en période d'invasion les opérations de lutte contre le criquet pèlerin et le Criquet marocain.

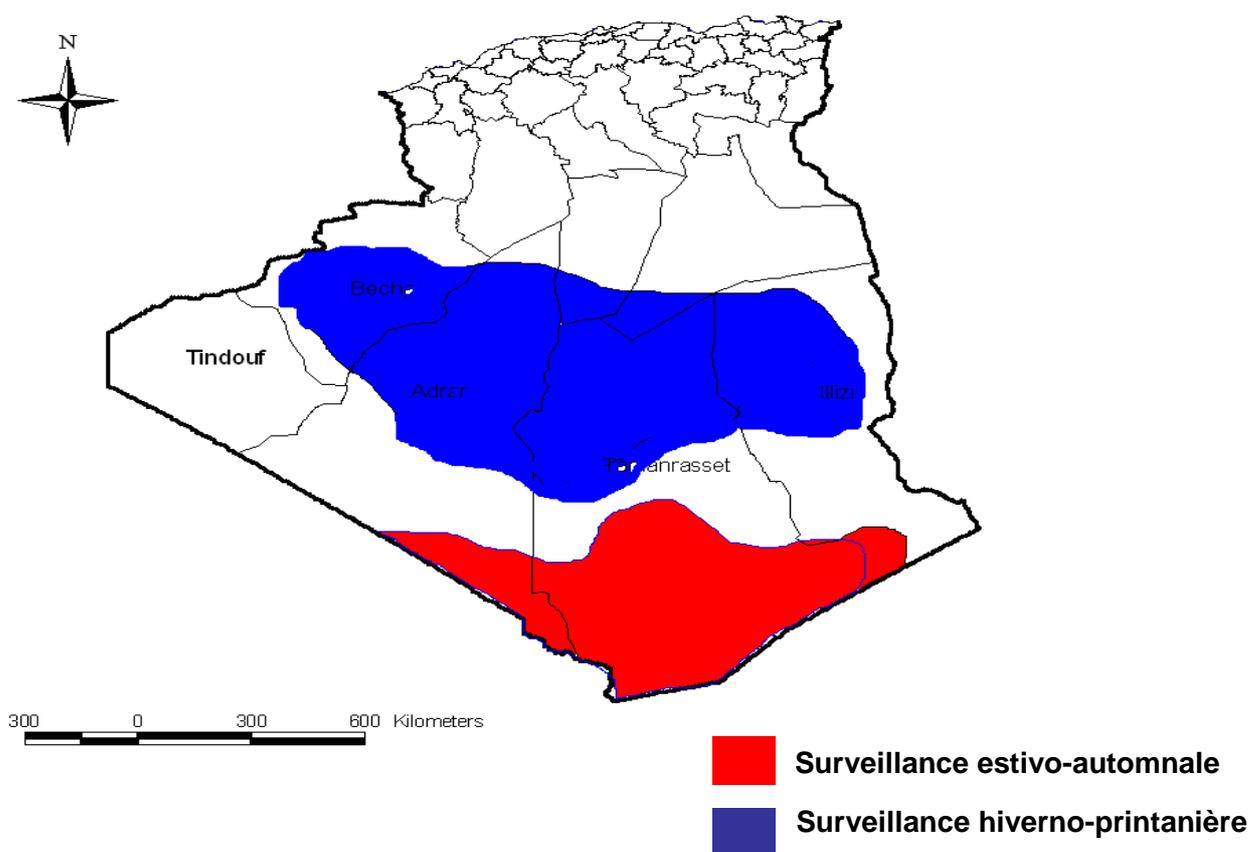


Figure 07 : Secteurs d'activité des équipes de surveillance (Original)

La lutte préventive est assurée par des équipes spécialisées qui sillonnent le Sahara au moyen de véhicules légers tous terrains et des véhicules lourds équipés d'appareils de traitement.

Vu l'immensité du territoire national, notamment le Sahara où se trouvent les zones à criquet pèlerin, l'INPV a mis en place des bases régionales de lutte antiacridienne

réparties de telle façon à couvrir les sites potentiels recensés à la suite des précédentes campagnes de surveillance et de lutte. Le matériel roulant et de traitement ainsi que les produits acridicides y sont stockés pour pouvoir être mobilisés rapidement en cas de déclaration d'infestations.

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 (Fig.8),(Moumen, 2002).

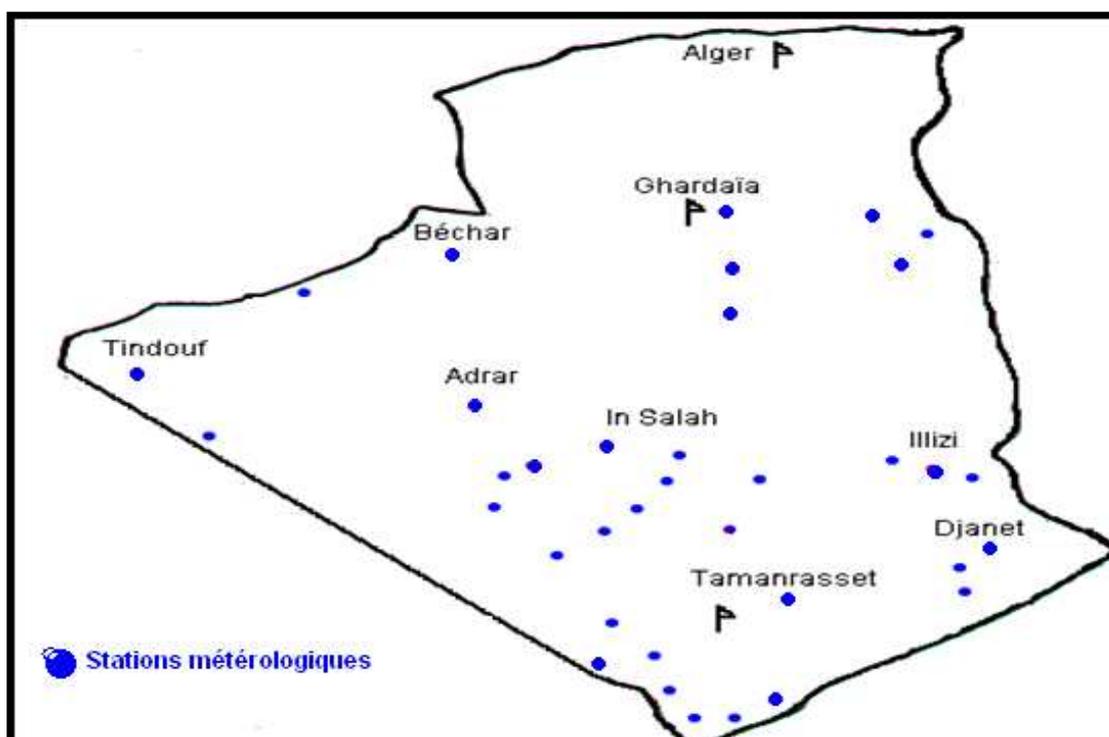


Figure 8 : Réseau météorologique de l'Office National de la Météorologie au niveau du Sud algérien, (ONM, 2006)

Le dispositif de veille du criquet pèlerin repose sur différents partenaires notamment :

- ✓ l'Office national de la météorologie (ONM);
- ✓ l'Agence spatiale algérienne (ASAL).

I.6.1.1- Contribution de l'Office National de Météorologie (ONM)

Le facteur clé de la prolifération du criquet pèlerin est la pluviométrie au niveau des aires grégarigènes. La reproduction s'amorce généralement avec les pluies suivies du

développement d'une couverture végétale favorable au développement des larves. Avec le dessèchement de la végétation, les criquets quittent ensuite la zone où ils sont nés. Ils se déplacent avec les vents, à la recherche de milieux plus propices allant d'une zone de reproduction à une autre, parfois fort éloignée. Les distances que les criquets parcourent peuvent varier de quelques centaines à plusieurs milliers de kilomètres.

L'ONM constitue la principale structure au niveau national capable de fournir, régulièrement à l'INPV des informations relatives à l'évolution des paramètres climatiques. L'ONM est lié à l'INPV, par une convention pour la transmission des bulletins quotidiens contenant l'ensemble des informations météorologiques, notamment les quantités de pluies et leur répartition, les températures et les vents grâce à des stations réparties sur tout le territoire national. Son rôle est :

- D'assurer une veille météorologique au niveau national et régional notamment sur l'aire de rémission et de grégarisation du criquet pèlerin par l'exploitation de l'ensemble du réseau d'observation classique et automatique se trouvant dans la zone (Sahélo saharienne) et disponible sur le système mondial de télécommunication.
- De fournir régulièrement, les données pluviométriques recueillies par les stations d'observations se trouvant dans les zones de rémission.
- D'élaborer une analyse mensuelle de situation météorologique ayant prévalu dans la région occidentale de l'aire d'habitat du criquet pèlerin

I.6.1.2- Contribution de l'Agence Spatiale Algérienne (ASAL)

C'est en 1975 que le 1^{er} projet FAO intitulé « utilisation des images satellitaires en Lutte Antiacridienne » a été réalisé en Arabie Saoudite et a donné des résultats très encourageants.

Plus tard, plusieurs projets FAO ont été mis en œuvre au niveau de l'aire de rémission du Criquet pèlerin dont l'Algérie où 2 projets ont été réalisés en 1977 et en 1979 dans les régions du Tassili N'Ajjer et du Hoggar utilisant à la fois les images satellites des ressources terrestres et météorologiques.

Par ailleurs, l'INPV a conjointement utilisé en 1979 avec la Commission de Lutte Contre le Criquet Pèlerin (CLCPRO), les images satellites en Lutte Antiacridienne

mais essentiellement météorologiques de type Météosat et NOAA pour l'évaluation et l'estimation qualitative et quantitative des précipitations au niveau de l'aire de rémission du Criquet pèlerin en Afrique du nord ouest. Des résultats encourageants ont été obtenus pouvant aller jusqu'à 70% de fiabilité.

Depuis 2002, l'INPV utilise pour les besoins de la lutte antiacridienne des images satellitaires pour la mise en évidence des traces de verdure dans les steppes et dans les dépressions des oueds (type Spot Végétation). Ces images fournies gratuitement par la FAO à partir de son site, sont téléchargées de façon décadaire et donnent un aperçu de la végétation suivant une résolution de 1 km², (Fig. 9).

Le système de surveillance a été renforcé à partir de mars 2003, par de nouvelles images plus précises types Alsat, fournies également gratuitement par l'Agence Spatiale Algérienne (ASAL) en fonction de la demande de l'INPV. La résolution de ces images est de 32 m², (Fig.10).

Les images satellitaires ont permis à l'INPV de déployer ses équipes au niveau des zones vertes repérées par satellites et pouvant abriter des populations acridiennes.

I.6.2- En Période d'invasion

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.

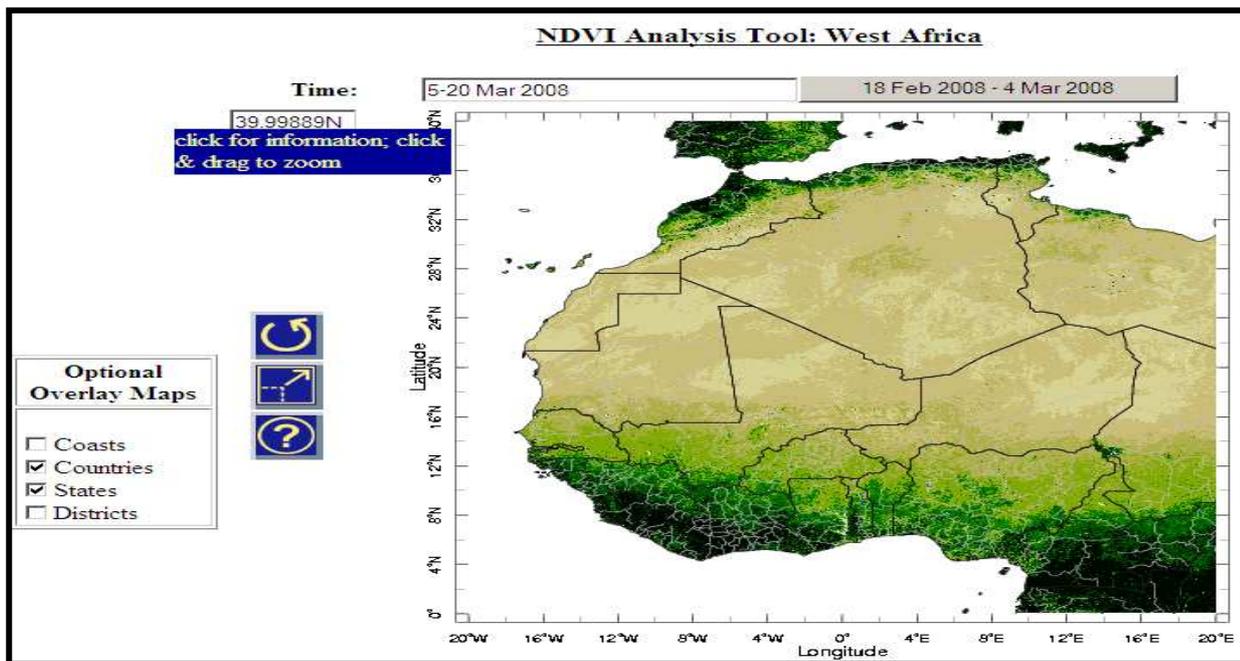


Figure 9 : Prototype d'images NDVI fournies par IRI
Université of Columbia (USA)



Figure 10 : Prototype d'images Alsat 1 fournies par l'ASAL montrant la
végétation en couleur rouge au niveau de Oued Tikiouiat

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 :

- ✓ M. de l'Agriculture et du développement rural ;
- ✓ M. de la Défense nationale ;
- ✓ M. de l'Intérieur et des Collectivités locales ;
- ✓ M. des Transports ;
- ✓ M. de l'Energie
- ✓ M. de la Santé, de la Population et de la Reforme Hospitalière ;
- ✓ M. de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement ;
- ✓ M. de l'Enseignement supérieur et de la Recherche Scientifique.
- ✓ M. de la Poste et des Technologies de l'Information et la Communication ;

Le poste de commandement central de lutte antiacridienne (P.C.C.) s'est appuyé pour son fonctionnement, sur douze cellules opérationnelles regroupant les représentants des Ministères concernés. 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).

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 (APC), (Moumen, 2002). Le tableau 2 montre les superficies traitées par l'INPV de 1987 à 2010 durant les différentes situations de rémission et d'invasion.

Tableau 2 : Superficies traitées par l'INPV en Algérie durant les campagnes de lutte antiacridiennes (Période 1987/2010)

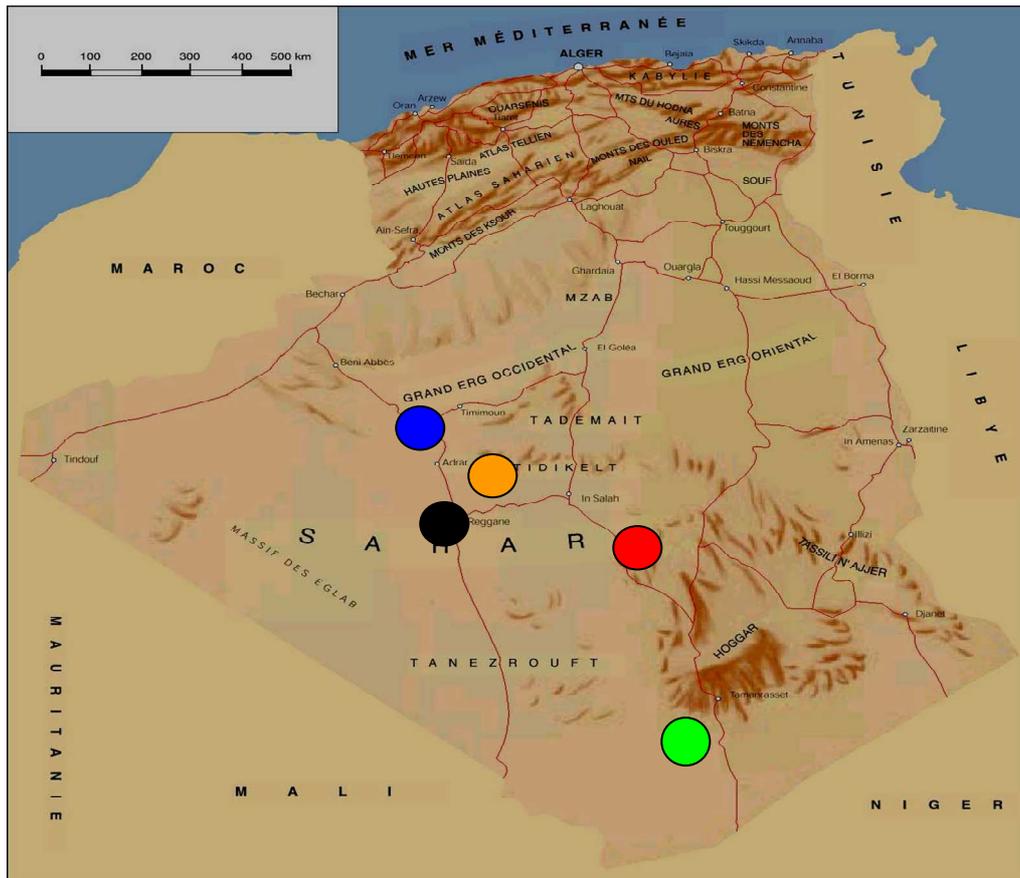
Année	Superficies traitées (ha)	Observation
1987	4.380	Lutte préventive
1988	2.152.836	Lutte contre l'invasion
1989	5.812	Lutte préventive
1990	5	Lutte préventive
1991	1.665	Lutte préventive
1992	1.005	Lutte préventive
1993	-	-
1994	22.594	Lutte contre la recrudescence
1995	58.493	Lutte contre la recrudescence
1996	29.67	Lutte contre la e recrudescence
1997	200	Lutte préventive
1998	30	Lutte préventive
1999	-	-
2000	6.555	Lutte préventive
2001	-	-
2002	-	-
2003	3.700	Lutte préventive
2004	3.933.591	Lutte contre l'invasion
2005	663.204	Lutte contre l'invasion
2006	4.385	Lutte préventive
2007	1010	Lutte préventive
2008	2.844	Lutte préventive
2009	2.920	Lutte préventive
2010	1.750	Lutte préventive

(Bilan INPV, 1987 à 2010).

CHAPITRE II- PRESENTATION DES 3 REGIONS D'ETUDE

Afin d'étudier la bio-écologie du criquet sur le terrain, nous avons préféré choisir cinq sites d'étude implantés dans trois régions différentes à savoir : (Fig.11).

- Le Nord et le Sud Ouest du Hoggar (W. de Tamanrasset)
- La région d'In Belbel et de Zaouiet Kounta, (W. d'Adrar)
- La Région de K'sabi (W. de Béchar)



- Oued El Botha (Nord du Hoggar)
- Oued Ameded (Sud Ouest du Hoggar)
- Oued Saoura (W. de Bechar)
- In Belbel (W. d'Adrar)
- Zaouiet Kounta (W. d'Adrar)

Figure 11 : Situation géographique des stations d'étude (Encarta, 2009)

II.1- Région de l'Ahaggar

II.1.1- Situation géographique

L'Ahaggar est la partie la plus méridionale du Sahara algérien comportant des particularités naturelles et biologiques. On y observe une diversité de milieux, une variété de structures et de paysages (Verlet, 1974). Ce massif est appelé "Ahaggar" par ses autochtones Touaregs

C'est un ensemble montagneux compris entre 21 et 25° de latitude Nord et entre 2 et 6° de longitude Est et dont les sommets varient entre 2000 et 3000 m. Il s'étend sur environ 450000 Km² et a été érigé en parc national depuis 1987 sous la dénomination "Office du Parc National de l'Ahaggar". Il est traversé par le tropique du Cancer à environ 85 Km au Nord de la ville de Tamanrasset. Le Hoggar est limité au Nord par le Tidikelt, à l'Ouest par le Tanezrouft, à l'Est par le Tassili N'Ajjer et le Ténéré, au Sud par l'Aïr (République du Niger) et l'Adrar des Iforas (République du Mali). Le Hoggar fait partie intégrante de la subdivision du Sahara central qui comprend non seulement le massif central saharien et ses annexes (Hoggar et Tassili), mais aussi les bas-pays environnants et le versant septentrional du massif du Tibesti (République du Tchad).

II.1.2- Climatologie de l'Ahaggar

II.1.2.1- Pluviométrie

Les caractéristiques des régions de l'Ahaggar sont une très faible pluviométrie moyenne (moins de 100 mm par an). La pluviométrie moyenne annuelle dans la région de Tamanrasset a été importante durant l'année 2006 avec un seuil moyen de 59,8 mm et de moindre importance durant l'année 2008 avec 23,2 mm, (Tableau 3).

Tableau 3 : La pluviométrie (en mm) enregistrée à la station de Tamanrasset 2006/2009.

Mois Année	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
2006	1,4	4	0	0	0	3,1	26,5	2,2	10,8	11,8	0	0	59,8
2007	0	0	0	2	2,2	0,5	11,3	23,8	1,3	0	0	7,6	48,7
2008	0	0	0	0	0,4	5,8	0,4	14,6	1,4	0,6	0	0	23,2
2009	1,8	0	0,4	0	0,4	1,8	5,6	10,7	13,6	0,4	0	0	34,7

(ONM, 2006/2009)

De 2006 à 2009, la région de Tamanrasset a été soumise à deux régimes de pluie, hivernale et estivale. Elle est concernée par des précipitations de faible importance en période hivernale s'étalant de décembre à février et des précipitations plus élevée en période estivo-automnale entre les mois de juin et octobre (Fig. 12).

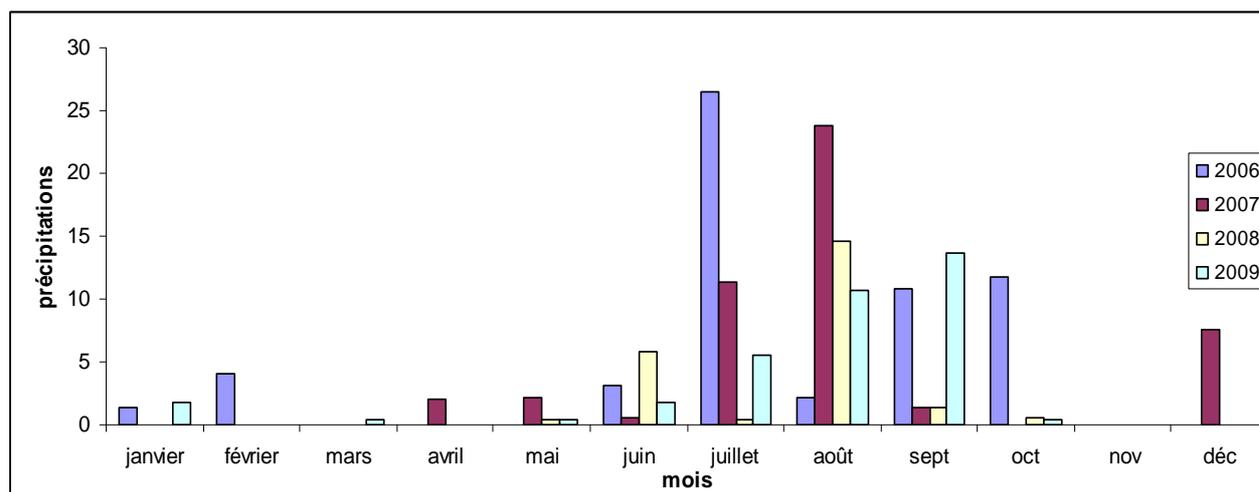


Figure 12 : Précipitations mensuelles (en mm) au niveau de la région de Tamanrasset (2006/2009)

II-1-2-2.Vents :

Le régime des vents dans l'Ahaggar est d'une très grande complexité ; il est difficile de tirer des conclusions dans ce domaine encore mal étudié. Le fait primordial qui ressort et qu'on doit retenir est que dans l'Ahaggar, qui est à la limite de deux zones climatiques précises, le climat oscille entre les deux.

Cette instabilité des vents est aggravée par les régions montagneuses qui jouent un rôle de barrière et le plus souvent une action spécifique qui modifie sensiblement un climat déjà fort complexe. Les vents dominants sont parfois sahariens, comme l'harmattan qui souffle à Tamanrasset, du nord-est, de juin à septembre, par moments

des vents d'origine tropicale (la mousson qui souffle du sud-ouest, de mai à septembre), ou encore des vents faibles, l'alizé et le contre-alizé en haute altitude, avec quelquefois des courants descendants, (ONM, 2009b).

II.1.2.3- Températures

La température dans l'ensemble du massif est du type nettement saharien, en ce sens que les chaleurs sont fortes, et qu'il y a de très importants écarts entre les saisons d'une part, entre le jour et la nuit d'autre part. Mais il est à remarquer que les montagnes jouent un rôle majeur dans les changements de température. Les moyennes et les extrêmes baissent de 10 centigrades par mille mètres d'altitude. De plus, dans l'espace géographique qui nous intéresse, existe un très grand écart entre les températures diurnes et nocturnes, qui peut atteindre, fait extraordinaire, jusqu'à 30 degrés. Cet écart est, du reste, plus fort en été qu'en hiver. Il se produit au lever et au coucher du soleil et peut atteindre facilement 10 degrés en un quart d'heure. Le Tableau suivant nous renseigne sur les températures enregistrées de 2006 à 2009 à Tamanrasset.

Tableau 4 : Les températures (°C) enregistrées à la station de Tamanrasset (2006/2009)

Mois Année	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2006	12,6	16	20	24,7	27,6	29,5	29,7	30	27,4	23,7	16,9	13,7
2007	14,3	16,1	18,8	23,8	27	30,5	29,8	28,8	27,4	23,5	18,1	14,2
2008	10,2	14,9	19	23,8	27,5	30,5	30,3	28,9	28,7	24,1	18,2	13,9
2009	13,1	16,9	20,6	23	26,7	29,5	30,1	29	27,7	24,6	17,8	16,2

(ONM, 2006/2009)

II.1.3- Topographie et relief

Selon (Hamdine, 2001), dans l'Ahaggar on distingue un massif central, l'Ahaggar central, constitué de montagnes et plateaux volcaniques, avec des formations basaltiques, granitiques, et quartzitiques, fait aussi de roches métamorphiques. En bordure de ce pays cristallin central se trouve une ceinture ou bordure tassilienne de nature gréseuse. Au pied de la falaise tassilienne se trouvent des plaines plus basses séparant les deux entités. L'Ahaggar outre les massifs volcaniques du centre et les Tassilis environnants, comprend trois grands ensemble de bassins et de sous bassins versants qui sont :

- **Le grand bassin versant du Mekergane :** comprend, en ce qui concerne le parc national de l'Ahaggar, le bassin versant septentrional de l'Ahnet (470 000 km²) où l'on trouve Assouf Mellene et ses 8 000 km², le bassin versant occidental du Mouydir (*appelé aussi bassin du Botha*), et le bassin versant méridional du Tadmifit.
- **Le bassin versant du Tanezrouft :** comprend le bassin versant sud de l'Ahnet et du Mouydir dans l'Assedjrad, le bassin versant sud-ouest de l'Ahaggar avec les oueds Tamanrasset (42000 km²) et Tekouiat (24000 km²), et le bassin septentrional de l'Adrar des Ifôras.
- **Le bassin du Tchad :** comprend en ce qui concerne l'Algérie le bassin du Tchad actuel où l'on trouve l'oued Tafassasset (44 000 km²) et l'oued Djanet (1380 km²).

II.1.4- Les Oueds

De ces hauteurs descendent les oueds au profil irrégulier et spécifiquement saharien, dont l'amont est le type du torrent alpin alors que l'aval tortueux et changeant se perd dans les dépressions qui ont été peu à peu comblées par des dépôts alluvionnaires et ont formé de grandes zones d'épandage.

Ces oueds fossiles ont marqué le pays par un ravinement accentué et la création d'un réseau hydrographique d'aspect classique en montagne et dans les parties au relief assez accusé par des lits immenses et incertains ; dans les zones moyennes, par de gigantesques bassins d'épandage parfaitement plats et sans aucun relief ; dans les dépressions, comme partout ailleurs, l'aspect géographique de cette région est essentiellement déterminé par la structure géologique et aussi et surtout par des phénomènes climatologiques.

II.1.5- Les ressources hydriques

Les ressources en eau sont rares. Les réserves en eau se résument essentiellement aux inféro-flux qui sont des écoulements souterrains contenus dans les zones d'élargissement des Oueds (Gribi *et al.*, 1992) in Baali-Cherif (2007). Ces inféro-flux sont quasi-exclusivement alimentés par les crues. Les écoulements des eaux dans le Hoggar sont soit linéaires, soit diffus et ont un caractère intermittent (Monod, 1931). Néanmoins, un réseau hydrographique assez dense et fossilisé témoigne probablement d'un passé plus humide. Les gueltas, ou Aguelmane en Tamacheq, sont des mares

d'eau temporaires ou permanentes. Elles sont alimentées par les écoulements superficiels ou par des eaux souterraines (Monod, 1931).

II.1.6- La flore

La flore du Tassili et de l'Ahaggar, fait partie de la région botanique dite « Saharo-arabique » qui s'étend du Sahara Occidental jusqu'à la péninsule arabique. Cette région s'intercale entre la région méditerranéenne au Nord et Soudano-angolane (exclusivement tropicale) au Sud.

La flore comprend donc pour l'essentiel des espèces propres au désert africain auxquelles s'ajoutent des éléments méditerranéens et tropicaux. Il s'agit souvent d'espèces méditerranéennes, saharo-sindiennes, saharo-angolanes. L'endémisme au Tassili est assez remarquable et le taux peut y être très élevé (50% environ selon Bousquet). La flore du Sahara central est restée jusqu'en 1928 seulement connue par des récoltes d'explorateurs et de militaires et par des Touaregs.

L'inventaire quasi définitif de cette région fut l'œuvre de Maire, qui publia en 1933 un mémoire où plus de 350 espèces sont citées (dont onze décrites pour la première fois) et qu'il paracheva avec une description des groupements végétaux, en 1940. D'autres auteurs lui succédèrent pour tenter d'améliorer les résultats acquis jusque-là, notamment ceux sur l'analyse de la végétation. Nous citerons principalement : Quezel (1954) et Ozenda (1983). L'étude de la flore et de la végétation montre l'existence d'espèces propres au Sahara (Tamaris, Palmier...), auxquelles s'additionnent des éléments méditerranéens (olivier, myrte, lavande...) et tropicaux (acacias, calotropis, balanites...).

II.1.7- Description de la station de Oued El Botha (Nord du Hoggar)

La station d'étude est située au nord du Hoggar et plus précisément à Oued El Botha au point géographique : 26 31 N 02 56 E. Elle est limitée au Nord par la plaine de Tidikelt, au sud par le massif du Mouydir à l'Est par le Tassili et à l'ouest par la région de Touat.

Le sol de cette station est de type argileux-limoneux, ce qui explique sa forte rétention en eau. Cet oued représente une zone à haute fréquence acridienne, d'ailleurs plusieurs anciens auteurs acridologues ont noté l'importance de cet oued de point de vue lutte

antiacridienne, citant à titre d'exemple les travaux réalisés par Volkonsky durant les années 1939 et 1940.

L'infestation repérée dans le Nord du Mouydir au niveau d'Oued El Botha a été détectée le 12 mai 2009. Il s'agissait d'un mélange de jeunes ailés et de larves de différents stades (L4 à L5). Les lieux de reproduction dans cette station sont situés à l'emplacement des regroupements d'*Hyociamus muticus* (Btina) qui peut se trouver en formation presque pure ou mélangée à d'autres espèces *Cotula cinerea*, *Citrullus colocynthis* et *Calligonum comosum*. (Tableau 5).

Tableau 5 : Liste des principales espèces végétales relevées dans la station Oued El Botha au Nord du Hoggar en mai 2009

• **Les Plantes annuelles :**

	Espèce végétale	Nom vernaculaire	Famille
1	<i>Cotula cinerea</i>	Gertoufa	Asteraceae
2	<i>Citrullus colocynthis</i>	Ahdej	Cucurbitaceae
3	<i>Showwia thebaica</i>	Djerdjir	Brassicaceae

• **Les Plantes pérennes :**

	Espèce végétale	Nom vernaculaire	Famille
1	<i>Aerva javanica</i>	Tamkarkaz	Amaranthacées
2	<i>Calligonum comosum</i>	Araso	Polygonaceae
3	<i>Stipagrostis penguins</i>	Drine	Poaceae
4	<i>Hyociamus muticus</i>	Betina	Solanaceae
5	<i>Astragalus pseudotrigonus</i>	Akachakir	Fabaceae
6	<i>Pulicaria crispa</i>	Tinefirté	Asteraceae

II.1.8- Description de la station d'Oued Amded (Sud Ouest du Hoggar)

Situé dans le versant sud ouest au point géographique 22 48N 04 18 E, Oued Amded bénéficie en période estivo-automnale des pluies engendrées par le FIT et qui génèrent des conditions attractives pour le criquet. Dans la région de Silet, le lit de l'oued Amded large de quelque 700 mètres, est formé d'alluvions argilo-limoneux. La végétation est composée surtout de *Showwia purpurea*, *Cotula cinerea* et *Astragalus vogelii*. Ces plantes, quoique relativement abondantes, restent cependant séparées. Les pieds de *Showwia* atteignent en mars-avril un diamètre moyen de 1,20 m. sur 80 cm.

de haut. Des premières apparitions de *Schistocerca* adultes en vol clairsemé ont été signalées au niveau d'Oued Amded le 23 octobre 2010. La densité de la population signalée était d'environ 500 à 600 individus par site de 10 ha. Les principales plantes dominantes recensées dans le site de Oued Amded sont portés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Liste des espèces végétales relevées dans la station d'Oued Amded au Sud Ouest du Hoggar en novembre 2010

• **Les Plantes annuelles :**

	Espèce végétale	Nom vernaculaire	Famille
1	<i>Cotula cinerea</i>	Gertoufa	Asteraceae
2	<i>Shouwia thebaica</i>	Djerdjir	Brassicaceae
2	<i>Diplotaxis pendula</i>	Harra	Brassicaceae
3	<i>Citrullus colocynthis</i>	Ahdej	Cucurbitaceae
4	<i>Asphodelus tenouifalius</i>	Iziyene	Liliaceae
5	<i>Morettia canescens</i>	Aslagh	Brassicaceae

• **Les Plantes pérennes :**

	Espèce végétale	Nom vernaculaire	Famille
1	<i>Calotropis procera</i>	Kranka	Asclipiadaceae
2	<i>Acacia raddiana</i>	Talh	Fabacées
3	<i>Aerva javainica</i>	Tamkarkaz	Amaranthacées
4	<i>Calligonum comosum</i>	Araso	Polygonaceae
5	<i>Stipogrostis pennis</i>	Drine	Poaceae
6	<i>Hyocissus muticus</i>	Betina	Solanaceae
7	<i>Astragalus pseudotrigonus</i>	Akachakir	Fabaceae
8	<i>Pulicaria crispa</i>	Tinefirte	Asteraceae

II.1.9- Synthèse climatique de l'Ahaggar

C'est une représentation graphique faisant ressortir les périodes sèches et humides d'une région. *Guaussen et Bagnoul (1953) in Dajoz, (1985)*, mentionnent qu'un mois est sec lorsque le total des précipitations (P) exprimé en mm est égal ou inférieur au double de la température (T) exprimée en degrés Celsius.

Le diagramme a mis en évidence la dominance de la période sèche dans la région du Hoggar qui s'étale sur les 12 mois de l'année, (Fig.13).

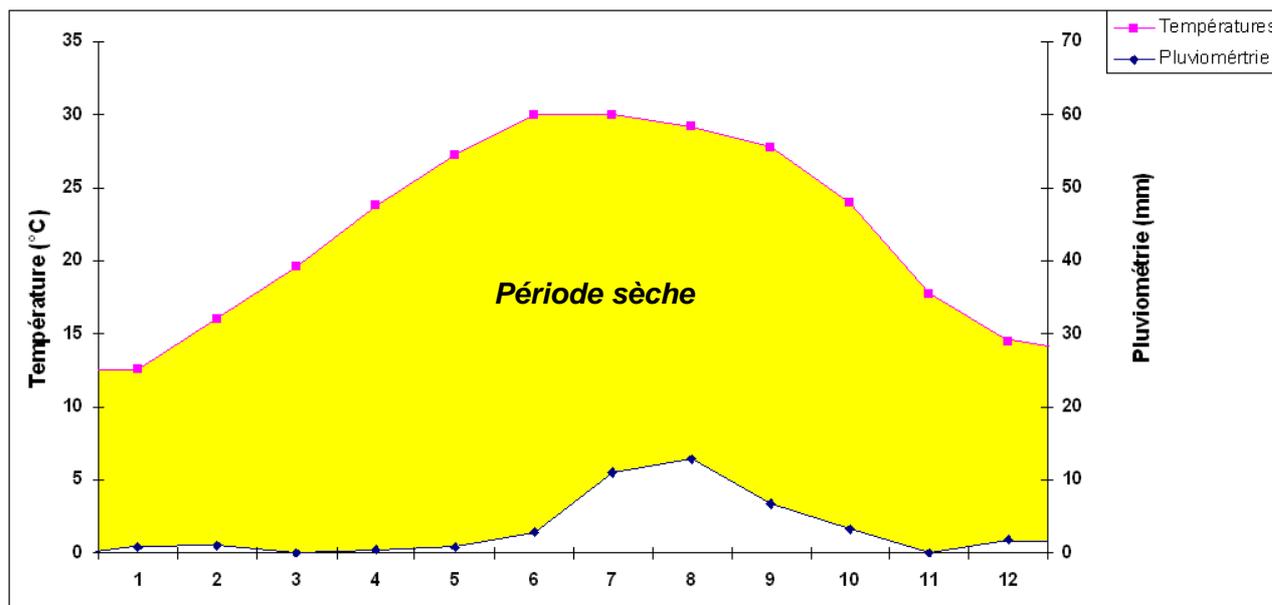


Figure 13 : Diagramme ombrothémique de la région du Hoggar (2006)

II.2- Région d'Adrar

II.2.1- Situation géographique

Située au sud ouest de l'Algérie, à 1500 Km de la capitale Alger, Adrar est la cité principale d'une région qui couvre une superficie de 427 971 Km². Elle se limite au nord par la région de Béchar, à l'est par les régions de Ghardaïa et de Tamanrasset, et au sud par la république du Mali (Anonyme, 1982). Les Ergs couvrent les $\frac{3}{4}$ de la superficie de la région. L'Erg Chech occupe plus de 50 % de la superficie de la région de Reggane, 40 % de la région de Ouargla et plus de 10 % de la région de Timimoun. Le Tanezrouft couvre la partie sud de Reggane et présente une variété de formations dunaires. Le Grand Erg occidental, vaste espace sableux, couvre une grande partie de la région de Timimoun, jusqu'à l'oasis de Tinerkouk. Au nord, il se sépare de l'Erg Raoui, continuation de l'Erg Chech par l'oued Saoura.

Les plateaux sont limités à l'ouest par la Hamada Sefra, situé à l'ouest de l'Erg Chech, dans la région de Reggane, au nord ouest par le plateau Tabelbala et à l'est par le plateau de Tadmaït. (Allal Benfekih, 2006).

II.2.2- Climatologie de la région d'Adrar

II.2.2.1- Pluviométrie

La région d'Adrar est caractérisée par un climat pluvieux en hiver et peu pluvieux en été. En effet, le minimum annuel se situe en juin –juillet alors que le maximum est en février et mars (DEMANGEOT (1981) in KARA (1997)). Le Tableau suivant nous renseigne sur la pluviométrie enregistrée de 2006 à 2009 à Tamanrasset.

Tableau 7 : la pluviométrie moyenne mensuelle (en mm) enregistrée a la station d'Adrar de 2006 à 2009

mois Année	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
2006	0,8	2,9	0	0	4,1	0	0	0	0	0	0,5	0	8,3
2007	0	0	1,1	0	0	0	0	2,8	2,1	0	0	0	6
2008	0	5,4	2,6	0	0	0	0	0	19,4	24	0	0,9	52,3
2009	20	0	6,7	0	0	0	0	0	3,1	0	0	0	29,8

(ONM, 2006/2009)

Les données pluviométriques des années de 2006 à 2009 montrent que les pluies au niveau de cette région sont réparties en hiver, printemps et automne et absentes ou très faible en été (juin, juillet et Août), (Fig.14).

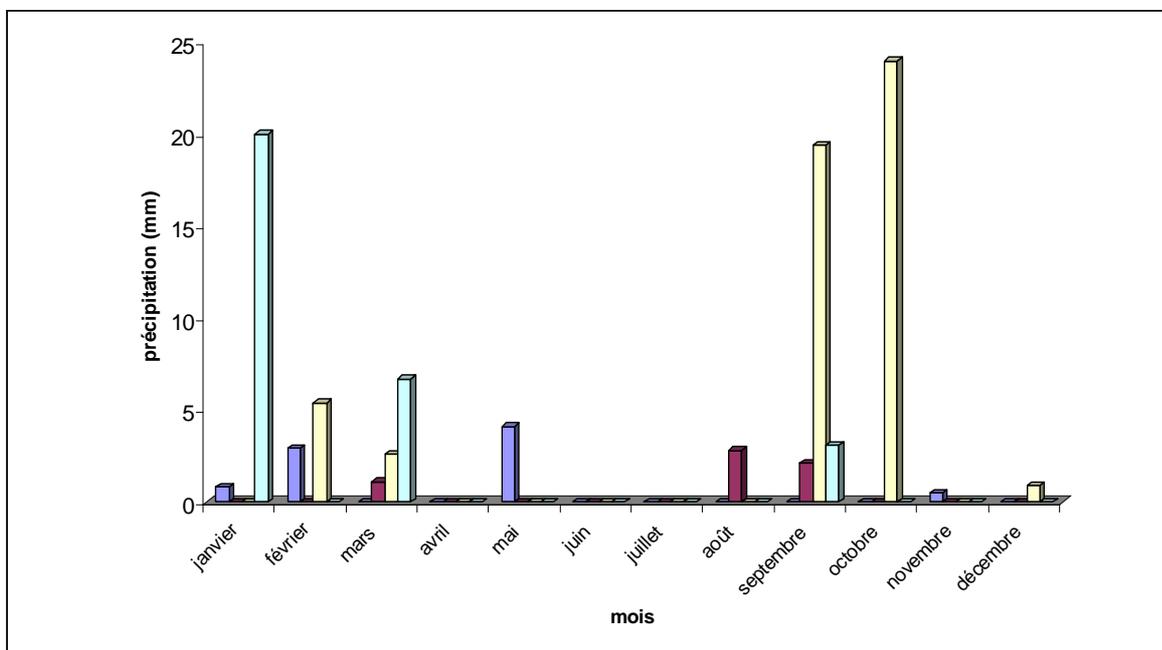


Figure 14 : Les précipitations mensuelles en mm enregistrées au niveau de la région d'Adrar

II.2.2.2- Vents

Dans la région d'Adrar l'air est dominé par les vents chauds, qui soufflent par rafales et tourbillons. Leur violence est l'une des caractéristiques qui, sans doute, est due à ce qu'ils ne sont ralentis par aucun couvert végétal (Ould El Hadj, 2004) Ils sont souvent chargés de sable ou de poussière. D'après les services de la Météorologie de la wilaya d'Adrar, les directions des vents dominants dans la région du Touat sont de sud-sud-ouest et est-nord-est avec une vitesse moyenne qui dépasse les 70m/s.

II.2.2.3- Température

Durant les années 2006 à 2009, la région d'Adrar a été caractérisée par des températures basses en hiver surtout aux mois de décembre, janvier et février avec respectivement 14,07°C ; 12,97°C et 17,1 °C. Tandis que les hautes températures sont relevées dans les mois de juin, juillet et Août avec respectivement 34,67 °C ; 37,58 °C et 37,05°C, (Tableau 8).

Tableau 08 : Les températures moyennes mensuelles (°C) enregistrées à la région d'Adrar de 2006 à 2009.

mois Année	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2006	11,2	15,4	21,6	28,1	31,2	35,1	37	37,5	31,4	27,5	20,4	13,3
2007	15	18,4	18,5	24,2	28,3	34,1	37,2	37,1	34,8	27,6	18,6	13,4
2008	12,7	18,4	21,8	25,6	29,6	34,7	38,2	36,6	33,9	25,6	17,3	12,7
2009	13	16,2	20,8	23,4	30,2	34,8	37,9	37	30,4	26,8	19,2	16,9
moyennes	12,97	17,1	20,67	25,32	29,82	34,67	37,58	37,05	32,62	26,87	18,88	14,07

(ONM, 2006/2009)

II.2.3- Ressources hydriques

Les ressources hydriques de la zone d'Adrar sont représentées essentiellement par la nappe albienne (continental intercalaire) qui alimente en eau toutes les oasis à travers les « foggara », les nouveaux périmètres agricoles et les nouvelles villes de la zone. La zone d'Adrar est par ailleurs l'une des zones à fortes potentialités agricoles puisqu'il s'y exprime l'essentiel des activités agricoles familiales des « ksours » mais aussi celle des périmètres de mise en valeur (maraîchage de contre-saison, cultures condimentaires, fourrages, légumes secs, arachides...).

La production de palmier dattier n'occupe plus qu'une part marginale de la production agricole totale de la Wilaya (moins de 15 %) (Anonyme, 1990)in (Allal Benfekih, 2006).

II.2.4- La flore de la région d'Adrar

Les conditions pédoclimatiques très sévères de la région font que la végétation naturelle est très réduite. Sur les plateaux, elle est pratiquement inexistante, sauf dans les petites dépressions à remplissage éolien où l'on trouve quelques rares palmiers isolés et parfois quelques Tamarix. Sur les terrasses d'apport éolien, la végétation est assez abondante. Elle est formée de palmiers, quelques végétaux fixateurs de dunes et quelques plantes halophytes qui se raréfient en descendant vers les sebkhas. On rencontre dans cette région les principales espèces suivantes : *Marrubium deserti* (herbacée) , *Randonia africana* (herbacée) , *Aristida plumosa* (Drinn), *Ephedra alata* (liane) , *Haloxylon scoparium* (arbrisseau), *Fredolia aretioides* (herbacée vivace) , *Rhus oxyacantha* (arbrisseau) , *Limoniastrum feii* (arbrisseau) , *Lotus roudeiri* (annuelle), *Pistacia atlantica* (arbre) , *Ziziphus lotus* (Jujubier) , *Lotus jolyi* (herbacée vivace), *Anvillea radiata* (herbacée vivace) , *Zilla macroptera*, *Acacia tortilis* (Acacia) , *Cassia abovata* (arbuste) , *Cocculus pendulus* (herbacée vivace) , *Calligonum comosum* (liane) , *Calotropis procera* (arbrisseau) (Allal Benfekih, 2006)

II.2.5- Description de la zone d'In Belbel (Est de la w. d'Adrar)

La station d'In Belbel est située dans le plateau de Tademaït au point géographique : 27 50 N 01 08 E, 27 35 N 01 00 E et 27 50 N 01 10 E. Elle est limitée au nord par l'erg occidental, au sud par la plaine de Tidikelt, à l'Est par Ain El Hadjadj et à l'ouest par le chef lieu d'Adrar.

Le sol de cette station est de type sablo-limoneux. Cette station est située dans une région à haute fréquence acridienne. L'infestation repérée à In Belbel durant les deux années soit 2009 et 2010, est composée de jeunes ailés et mélangés à des larves de différents stades (L3 à L5). La végétation au niveau de cette station est très riche, plusieurs espèces ont été recensées (voir la liste), cependant les plus dominantes sont *Hyoscyamus muticus*, *Panicum turgidum* et *Euphorbia granulata*. (Tableau 9).

Tableau 9 : Liste des principales espèces végétales relevées dans la station d'In Belbel

- **Les Plantes annuelles :**

	Espèce végétale	Nom vernaculaire	Famille
1	<i>Fagonia bruguieri</i>	Afessor	Zygophylacées
2	<i>Eephorbia granulata</i>	Telakh	Eephorbiacées
3	<i>Stipogrostis obtusa</i>	Nsil	Poaceae
4	<i>Shouwia thebaica</i>	Djerdjir	Brassicaceae

- **Les Plantes pérennes :**

	Espèce végétale	Nom vernaculaire	Famille
1	<i>Panicum turgidium</i>	Morkba	Poaceae
2	<i>Aerva javanica</i>	Tamkarkaz	Amaranthacées
3	<i>Crotolaria saharae</i>	Afarfar	Fabecées
4	<i>Leptadenia pyrotechnica</i>	Asabay	Asclipiadaceae
5	<i>Pulicaria crispa</i>	Tinefirte	Asteraceae
6	<i>Psoralea plicata</i>	Tarada	Fabecées
7	<i>Heliotropium undulatum</i>	Tahena	Bouraginaceae
8	<i>Cornulaca monacantha</i>	El Had	Chenopodiaceae
9	<i>Salvia aegyptiaca</i>	Sefsaf	Lamiaceae

II.2.6- Description de la station de Zaouiet Kounta (Est de la w. d'Adrar)

Zaouiet Kounta est une commune à vocation agricole située à 70 km au sud de la ville d'Adrar. La station d'étude est située à l'intérieur des exploitations agricoles aux points géographiques : 27 12 N 00 13W, 27 18 N 00 12W. abritant des cultures maraichères, des palmeraies et des céréales. Ces zones attirent le long de l'année des criquets et pendant des saisons bien précises, ces populations acridiennes augmentent en nombre et deviennent menaçantes aux cultures. Afin de contrôler la fluctuation de ces populations, les équipes de l'INPV veillent à la surveillance permanente de ces zones.

II.2.7- Synthèse climatique

Le diagramme ombrothérmique de la région d'Adrar de 2006 à 2009 (Fig.15) montre que la région d'Adrar est caractérisée par une longue période sèche s'étendant sur toute l'année.

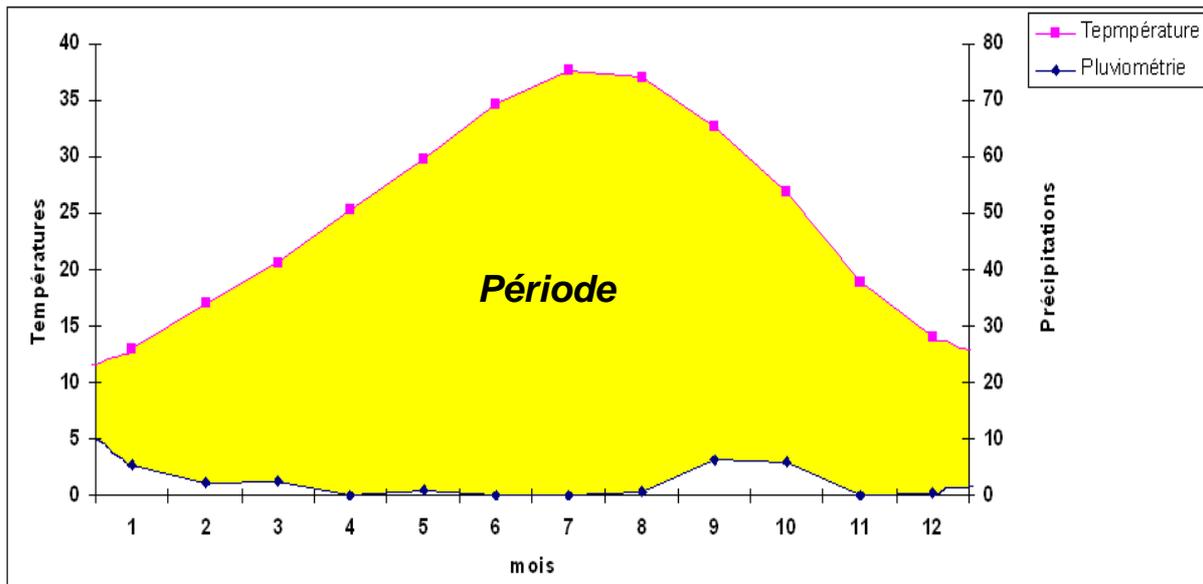


Figure 15: Diagramme ombrothérmique de la région d'Adrar (2006 /2009)

II.3- Région de Béchar

II.3.1- Situation géographique

La région de Béchar, appelée aussi la Saoura, est une région désertique du sud ouest algérien. Son nom vient de la vallée de la Saoura qui est l'union de l'Oued Guir et de l'Oued Zouzfana. La Saoura constitue la limite ouest du Grand Erg Occidental. Le point culminant est Adrar Antar avec 1.953m d'Altitude. Grande vallée façonnée par l'Oued portant le même nom, la Saoura est l'une des régions les plus attrayantes du sud algérien. Elle est limitée au Nord par les Monts des Ksour et le Haut Atlas marocain, à l'ouest par la Hamada du Draa, à l'est par les oasis du Tidikelt et au sud par le plateau du Tanezrouft.

II.3.2-Climatologie de la région de Béchar:

II.3.1.1- Pluviométrie

Le tableau suivant nous renseigne sur la pluviométrie enregistrée de 2006 à 2009

Tableau 10 : la pluviométrie moyenne mensuelle (en mm) enregistrée dans la station de Béchar de 2006 à 2009.

mois Année	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
2006	38,9	3,5	1,3	7,9	27,1	2,4	0	0	39,1	23,1	6	5,5	154,8
2007	2,2	4,5	0	26,4	0	0	0	0	0	0	0	0	33,1
2008	0	5	1	0	0	0	0	0	19	24	0	0	49
2009	18	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	20

(ONM, 2006/2009)

L'année 2006 représente l'année la plus pluvieuse par rapport aux autres années. En effet, le cumul annuel des précipitations a atteint les 155 mm avec une répartition sur tout les mois de l'année, excepté les mois de la période estivale juillet et Août. Les autres années 2007,2008 et 2009, n'ont pas connu de fortes précipitations,(Fig.16).

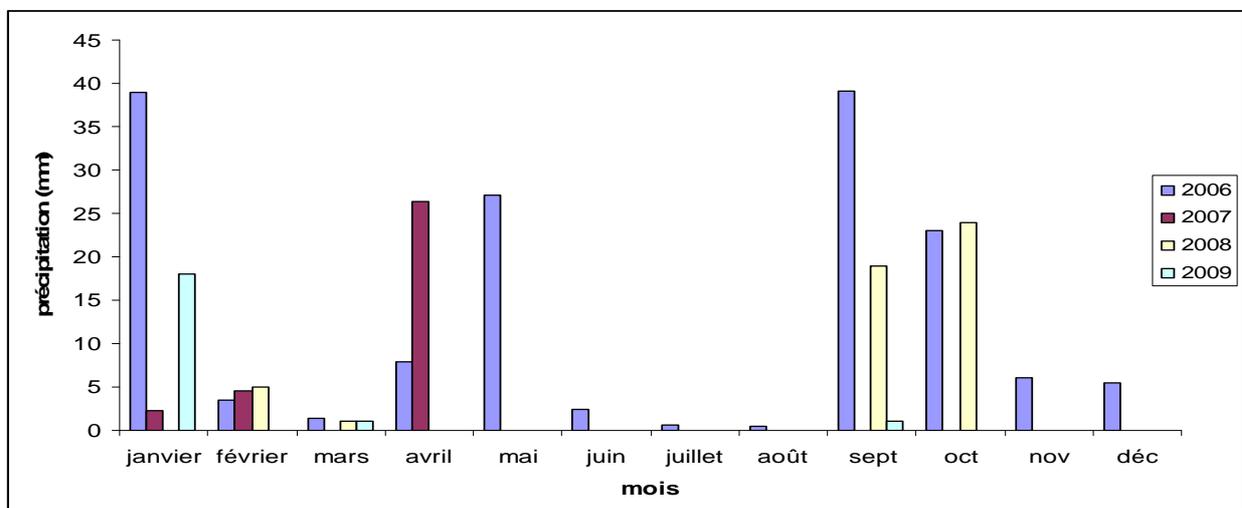


Figure 16 : Les Précipitations mensuelles au niveau de la région de Béchar (2006/2009)

II.3.1.2-Température

Les températures moyennes mensuelles sont très variables ; elles sont basses en hiver surtout aux mois de décembre et janvier respectivement 13°C et 12,25°C Tandis que les hautes températures sont enregistrées dans les mois de juin, juillet, Août et septembre avec respectivement 35,25°C ; 39, °C ; 35,5°C et 33°C.

Tableau 11 : Les températures moyennes mensuelles (°C) enregistrées dans la région de Bechar de 2006 à 2009.

	Janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sept	oct.	nov.	déc.
2006	12	18	21	26	30	35	40	35	32	22	17	12
2007	11	16	22	25	32	36	38	34	33	23	16	13
2008	13	18	22	26	31	36	39	37	34	25	17	13
2009	13	16	21	24	29	34	39	36	33	29	18	14
Moyennes	12,25	17	21,5	25,25	30,5	35,25	39	35,5	33	24,75	17	13

(ONM, 2006/2009)

II.3.1.3-Vents

Les vents dominants dans la région sud ouest de l'Algérie sont les vents de l'est et de sud est qui se traduit par des courants chauds et secs, particulièrement en été. En hiver, les vents sont très faibles et calmes et sont généralement de provenance nord-est. La moyenne annuelle des vents est de 5 m/s (ONM, 2009).

II.3.3- La flore de la région de Bechar

L'écosystème saharien occupe tout le territoire de la Saoura. Bien que sa flore ne soit pas aussi étendue que dans d'autres parties de l'Algérie, une grande variété de plantes y a été trouvée. Le plus surprenant est la gamme de flore qui a réussie à survivre dans le désert et le climat aride. La végétation de la Saoura est essentiellement de type désertique. Les précipitations rares influent sur le développement végétal des différents types de terrains du secteur : hamada (désert rocheux), erg et oued. Des arbres d'acacias et des herbes sauvages sont dispersés sur la Hamada et en montagne, surtout au voisinage de Zeghamra. (Volkonsky M.A et Volkonsky M.T., 1940).

Certaines herbes sauvages de la région sont médicinales et traditionnellement utilisées par les habitants pour traiter plusieurs maladies. Ces herbes sont entre autres Ouezouaza (*Santolina rosmarinifolia*), Gartofa (*Santolina chamaycyparissus*) et *shih*

(*Artemisia herba-alba*). Au niveau de l'erg se développe une plante excellente fixatrice des dunes, Rtème (*Retama retam*). La plante prédominante de l'oued est le Fnine (*Tamarix*), une plante résistante aux sols salins.

II.3.4- Présentation de la station de Oued Saoura (K'sabi)

La station d'étude est située à Oued Saoura au point géographique : 29 07 N 01 05 W. Oued Saoura est formé par la réunion de l'oued Zousfana et de l'oued Guir, issus du Grand Atlas et de l'Atlas Saharien. La Zousfana et la Saoura longent la bordure du Grand Erg Occidental, leur rive droite étant 'formée d'abord par la Hammada du Guir. Plus loin vers le Sud s'étendent l'Erg Rahoui et l'Erg Cheeh. Alimenté par les pluies qui tombent sur les chaînes montagneuses au Nord du Sahara, le système Guir-Zousfana-Saoura subit des crues hivernales notablement plus fréquentes que les oueds du Sahara central. La végétation de cette station est celle du Sahara Septentrional, (Tableau 12). L'infestation localisée dans cette station est composée de larves de stades âgés (L4 et L5) avec des densités allant de 10 à 15 larves par touffes, soit 500 à 1500 larves par hectare

Tableau 12 : Liste des principales espèces végétales relevées dans la station de K'sabi

- **Les Plantes annuelles**

	Espèce végétale	Nom vernaculaire	Famille
1	<i>Cotula cinerea</i>	Gertoufa	Asteraceae
2	<i>Fagonia bruguieri</i>	Afessor	Zygophylacées
3	<i>Stipagrostis obtusa</i>	Nsil	Poaceae

- **Les Plantes pérennes**

	Espèce végétale	Nom vernaculaire	Famille
1	<i>Tamarix gallica</i>	Fersig	Tamaricaceae
2	<i>Zygophellum album</i>	Aggaia	Zygophylacées
3	<i>Hyociamus muticus</i>	Betina	Solanaceae
4	<i>Stipogrostis pengens</i>	Drine	Poaceae

II.3.5- Synthèse climatique

Le digramme ombrothèrmique de la région de Béchar de 2006 à 2009, montre que cette région est caractérisée par une période sèche s'étalant sur toute l'année, (Fig.17).

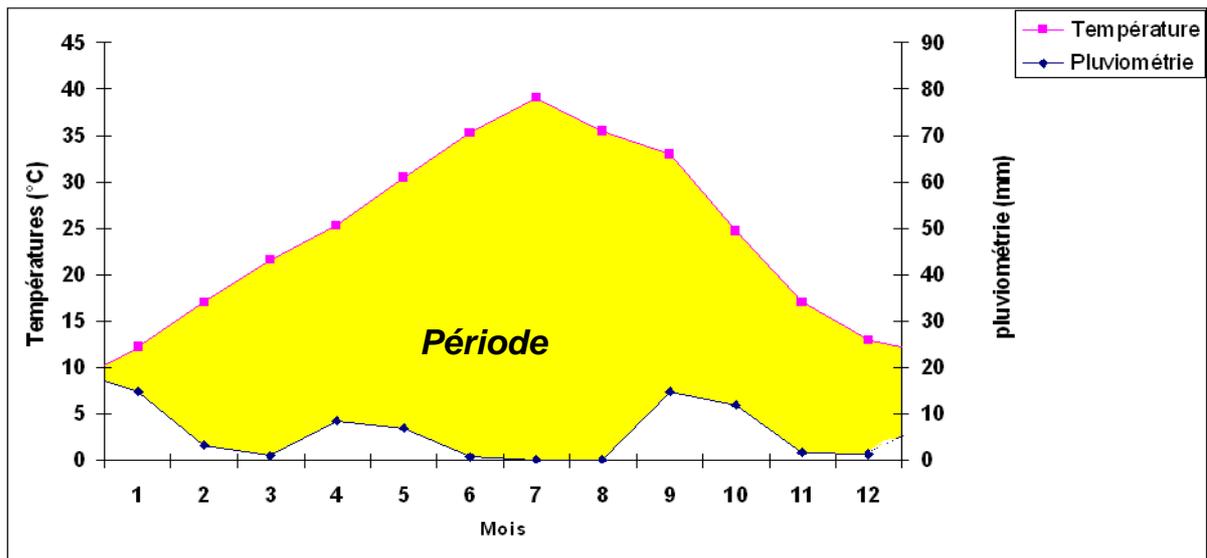


Figure 17 : Diagramme ombrothermique de la région de Béchar (2006 /2009)

II.4- Climagramme pluviométrique d'Emberger des trois régions d'études

Le quotient pluviométrique « **Q2** » donné par la formule modifiée par STEWART fait intervenir le rapport des précipitations à la température des dix dernières années et nous permet de situer la région d'étude dans l'un des étages bioclimatiques du Climagramme d'Emberger

$$Q2 = 3,43 \times P/M-m$$

- P = pluviométrie moyenne annuelle en (mm)
- M = Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud
- M = Moyenne des températures minima du mois le plus froid

Le calcul du quotient pluviométrique de la période 1999 à 2009, nous a permis de situer les trois régions d'étude à savoir Tamanrasset, Adrar et Béchar dans le climat Saharien à hiver doux, (Fig. 18).

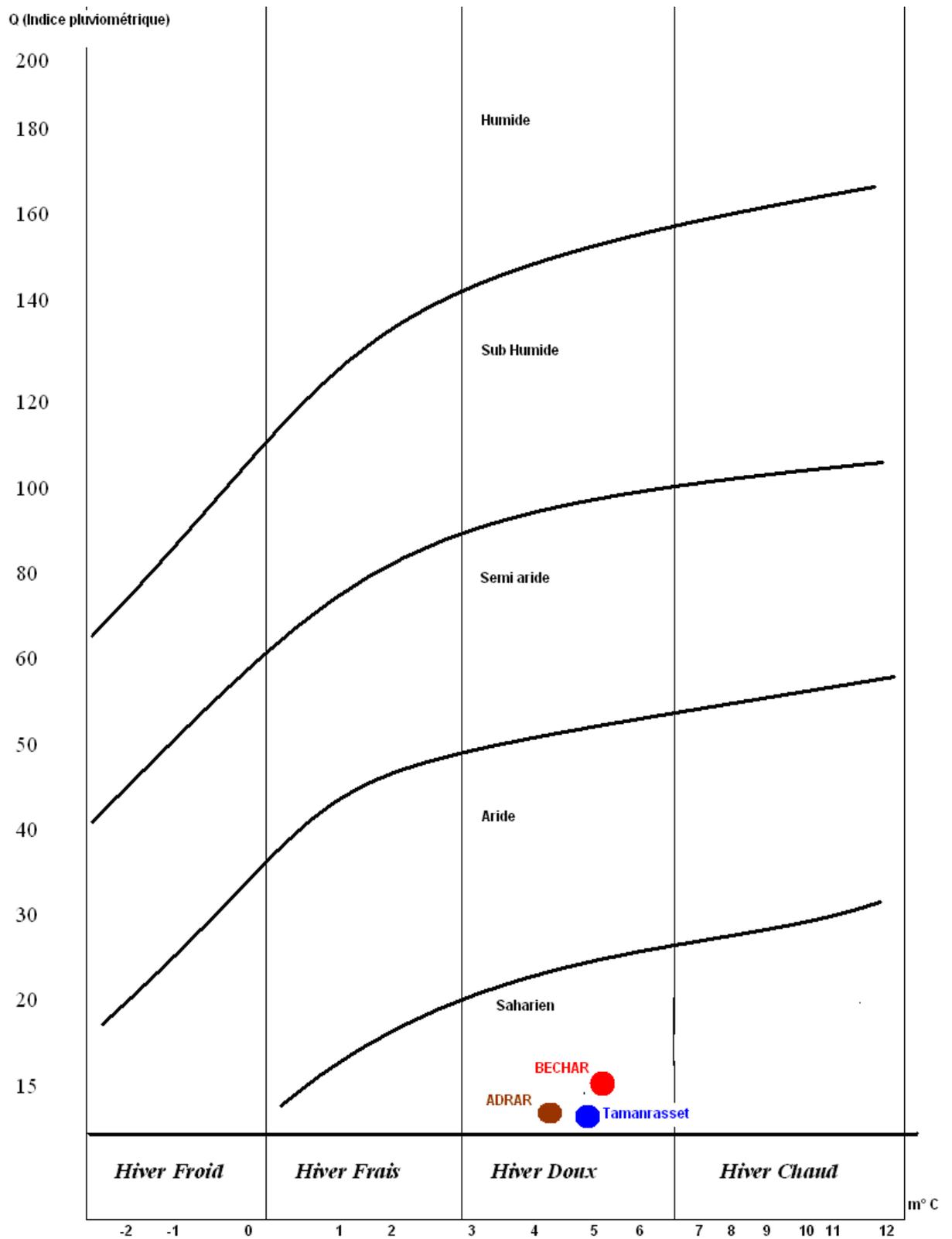


Figure 18 : Climagramme pluviométrique d'Emberger de Tamanrasset, Adrar et Béchar (période 1999-2009)

CHAPITRE III. MATERIELS ET METHODES UTILISES

III.1. Etude de la distribution des signalisations acridiennes 2006/2009

Dans le but d'améliorer la méthode de surveillance du criquet pèlerin dans ses biotopes, de grands progrès ont été effectués par la FAO dans la lutte antiacridienne. En effet, la FAO a investi dans cette rubrique en développant des outils spéciaux et des logiciels performants basés sur l'utilisation des images satellitaires (basses et moyennes résolutions) pour le suivi de la végétation ainsi que des outils perfectionnés capables d'assurer la récolte de l'information et son acheminement en temps réel et avec fiabilité vers les centres de lutte antiacridienne pour le traitement et l'exploitation appropriés.

Ces outils de technologie nouvelle ont été mis à la disposition des services de lutte antiacridienne des pays concernés par ce fléau dès l'année 2004 afin de permettre le renforcement de la gestion de l'information en temps réel et avec fiabilité. Ils permettent l'analyse quotidienne du flux d'information qui arrive du terrain vers les unités de lutte antiacridienne avec rapidité et certitude.

Cette étude est basée exclusivement sur l'analyse des données du Criquet pèlerin en Algérie. Cette dernière est le résultat des prospections extensives et intensives menées de 2006 à 2009 pour détecter toutes conditions écologiques ou populations acridiennes susceptibles de présenter un risque pour l'Algérie.

Nous avons donc réalisé suivant les informations disponibles, **12 205** enregistrements qui constituent une évaluation des situations acridiennes.

L'objectif de cette étude est de valoriser les observations effectuées par les prospecteurs, tout en prenant en compte des imperfections liées à ce type de données mais aussi en mettant en valeur et en exploitant leur qualité. Les données dans leur ensemble ont été collectées et analysées grâce à des outils performants conçus spécialement pour la gestion du fléau acridien.

III.1.1. Matériels utilisés

III.1.1.1. Système de navigation GPS

Le GPS (*Global Positioning System*) est un outil indispensable dans les opérations de prospection et de lutte terrestre et aérienne contre les acridiens, notamment en milieu désertique. Il sert à prendre des positions géographiques et à naviguer à travers les stations de prospection. A cet effet, le GPS utilisé est de marque Garmin 12 xl sous un système de navigation ellipsoïdale WSG 40, (Fig. 19)



Figure 19 : GPS Garmin 12 xl (*Manuel du*

III.1.1.2- Appareil de transmission des informations via satellite (eLocust 2)

Mis au point par l'Agence spatiale française CNES, le système eLocust2 (Fig.20) est un appareil électronique très développé muni d'une antenne cellulaire et assure la saisie et l'émission des diverses informations, sur le criquet et son environnement, du terrain vers le siège de l'unité de lutte antiacridienne via satellite, (Fig.21). Les informations transmises par Elocust2, sont récupérées et consultées sous Web par Email au niveau du siège de l'unité de lutte antiacridienne.

De plus, les positions des équipes utilisatrices sur le terrain de cet outil peuvent être visionnées sur carte, via le site NOVACOM, (Fig.22). Le software d'Elocust 2 contient des fiches électroniques de prospection identiques à la fiche standard utilisée en prospection.



Figure 20 : Appareil Elocust 2 et son antenne cellulaire
(*Manuel eLocust 2*)



Figure 21 : Utilisation de l'appareil Elocust 2 par le prospecteur de l'INPV
(*original*)



Figure 22 : Suivi des équipes sur terrain par satellite

III.1.1.3- Elocust Mapper 1.12

Elocust Mapper 1.12 est une application qui a été développée par les experts de la FAO, (Fig.23). Elle a été conçue dans le but de faciliter la conversion et l'introduction des données qui parviennent du terrain dans la base de données RAMSES. Elle représente également, un élément indispensable dans la fiabilité des données récoltées par le prospecteur. Elle offre la possibilité de vérification, de correction de toutes les données transmises du terrain avant de les introduire dans la Base de données et leur conversion en format .xls pour les utiliser par RAMSES.

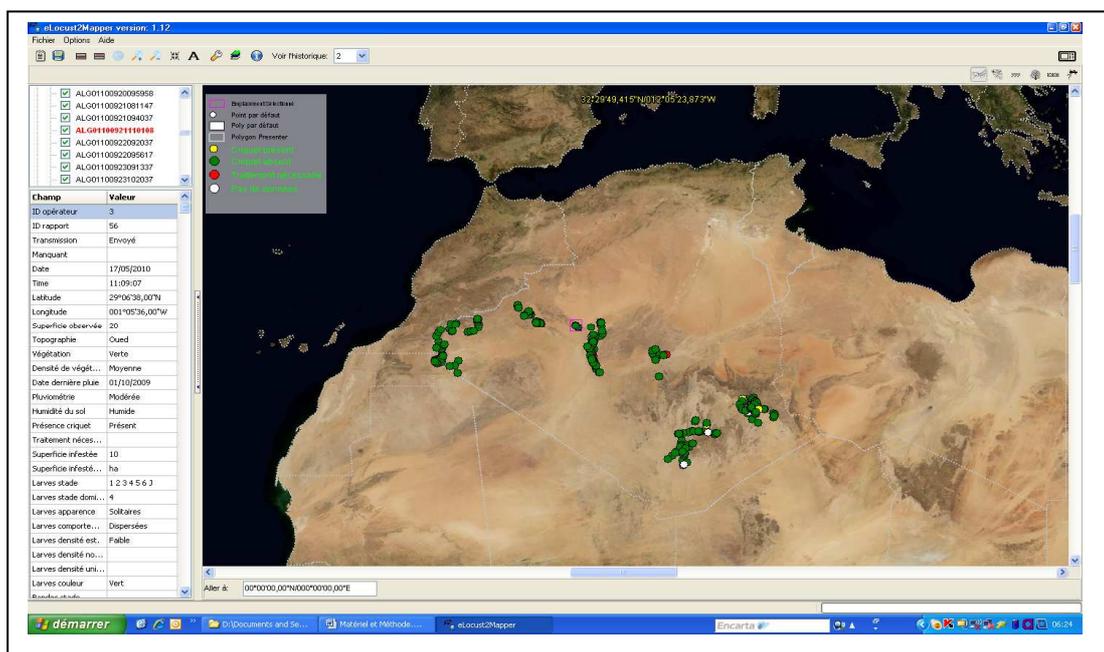


Figure 23 : Logiciel de traitement des informations acridiennes
eLocust Mapper 1.12

III.1.1.4- Logiciels de traitement et de cartographie de l'information acridienne (RAMSES)

RAMSES (*Reconnaissance And Management System of the Environment of Schistocerca*), est un système d'information géographique (SIG) conçu par la FAO pour gérer les informations sur le Criquet pèlerin et son environnement. Les données sont stockées dans une base de données Microsoft Access. L'affichage et l'analyse des données sont gérés par le logiciel Arcview. Le SIG permet aux

services de l'information acridienne de consulter, analyser et exporter les données vers d'autres formats. Ce nouveau système a beaucoup aidé à l'étude de la répartition des infestations acridiennes en réalisant périodiquement des cartes thématiques.

Le système d'Information Géographique (RAMSES), (Fig. 24 et Fig.25) a été réalisé pour une restitution et une analyse cartographique des données d'origine acridienne. Le logiciel Arcview 3.2 a été utilisé à cette fin. Les moyens informatiques mis en œuvre étaient composés de micro-ordinateurs de type PC, équipés des logiciels suivants :

- Access pour le traitement et la gestion des données ;
- Arcview 3.2 pour l'analyse cartographique ;
- Excel pour le transfert des données.

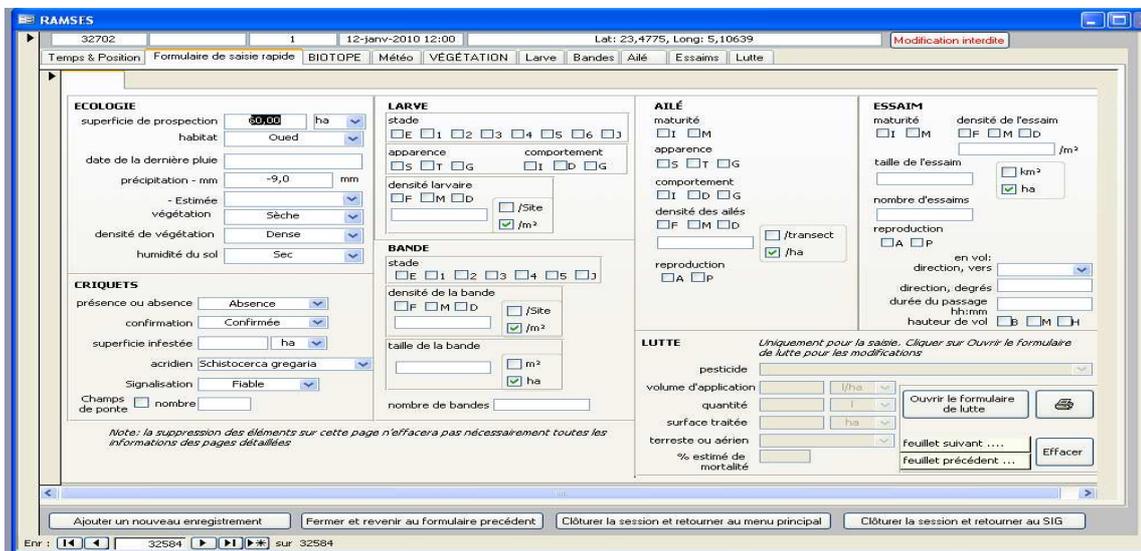


Figure 24 : Interface de la base de RAMSES

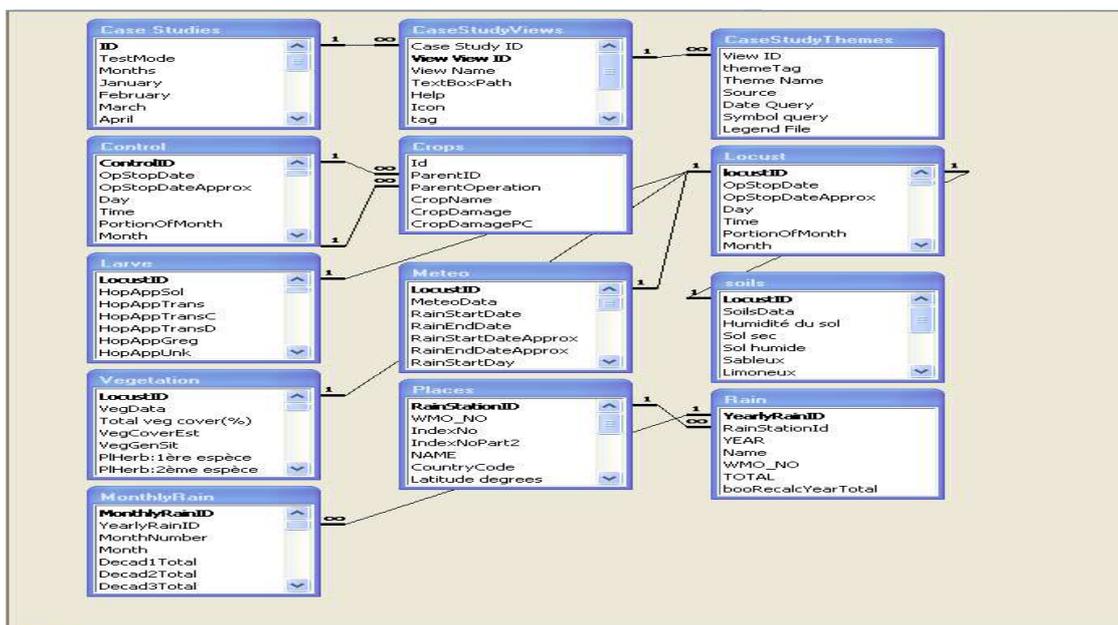


Figure 25 : Structure de RAMSES

III.1.2- Méthodologie de travail

III.1.2.1- La prospection :

La prospection terrestre constitue la pièce maîtresse de la lutte antiacridienne, elle vient d'une part compléter les observations satellites et d'autre part évaluer avec le maximum de précisions les conditions écologiques et l'activité acridienne dans un territoire donné.

III.1.2.2- La Méthodologie :

Les opérations de prospection sont assurées par des agents spécialisés de l'INPV qui ont bénéficié de formation spécifique à cette fonction. Ils sont déployés sur le terrain d'une manière saisonnière, suivant des programmes préétablis. Des itinéraires de prospection sont tracés au préalable en fonction des conditions écologiques, notamment, la répartition des pluies et les zones de végétation. Le prospecteur sur terrain est doté des moyens de navigation (GPS), carte d'état major, moyens de communication (Radio HF), et des appareils de récolte et de transmission des informations via satellite.

Afin de permettre au prospecteur d'évoluer sur terrain avec des objectifs précis et des zones ciblées, le service de lutte antiacridienne s'appuie sur plusieurs indicateurs

III.1.2.2.1- Les conditions météorologiques :

La présence de criquets étant nécessairement liée à une disponibilité de nourriture qui s'installe dans une région après les pluies, il est donc indispensable d'avoir une idée précise sur les régions arrosées, ainsi que sur les quantités de pluies reçues au cours des deux mois qui précèdent le départ en prospection.

III.1.2.2.2- Les cartes d'indices de végétation

Celles-ci sont obtenues à l'aide des satellites et fournissent des informations sur l'état de végétation d'une région ou d'un pays donné. L'examen de ces cartes permet de

définir l'itinéraire à parcourir en fonction du recouvrement végétal de la zone à prospecter. Parmi les cartes utilisées on peut citer : SPOT Végétation., NDVI et Alsat 2

III.1.2.2.3 -Les informations de proximité

Le réseau de stations météorologiques ne couvre généralement pas l'ensemble des régions susceptibles d'abriter ou d'accueillir des criquets. Pour savoir s'il y a eu des pluies dans une région donnée, on doit s'adresser le plus souvent aux autorités locales et aux nomades qui habitent la région concernée. La même démarche est à utiliser pour obtenir les informations relatives à la présence ou à l'absence de criquets.

III.1.2.2.4- Les informations à récolter par le prospecteur sur site

Le prospecteur est tenu de fournir des rapports précis sur la situation acridienne dans le milieu prospecté. Les informations qu'il est tenu de transmettre au service central de lutte antiacridienne peuvent être classées en trois catégories suivant la fiche standard de prospection.

III.1.2.2.4.1 - Informations acridiennes

A chaque fois qu'une population acridienne cible est localisée, le prospecteur doit noter la date et l'heure de l'observation et relever avec précision, au moyen du GPS et d'une carte, les coordonnées géographiques du lieu infesté. Il doit noter :

- ✓ le nom de la localité la plus proche;
- ✓ évaluer la superficie infestée;
- ✓ indiquer la ou les espèces acridiennes en cause, leurs stades de développement et la densité de chacune par unité de surface;
- ✓ préciser, pour les espèces grégariaptés, l'état phasaire des individus :(noter pour les larves la maculature: échelle 0 à 5, et pour les ailés : la maturité sexuelle);
- ✓ en cas d'observation d'essaim en vol, préciser la direction de vol, la largeur de front de l'essaim et la durée de son passage;
- ✓ au cas où un essaim est localisé en train de pondre, préciser la superficie du champ de ponte et le nombre moyen d'oothèques par m²;

- ✓ noter toute autre observation biologique (accouplement, développement ovarien etc.)

III.1.2.2.4.2 - Conditions écologiques

Le prospecteur doit également tenir compte de la valeur écologique des milieux prospectés; notamment:

- ✓ l'état global du couvert végétal (végétation verte, sèche, en voie de dessèchement) ;
- ✓ le nom des espèces végétales présentes dans le milieu et leur phénologie ;
- ✓ le recouvrement de la végétation ;
- ✓ le pourcentage de la végétation verte ;
- ✓ l'humidité du sol et ses caractéristiques pédologiques.

III.1.2.2.4.3 - Informations météorologiques

Les facteurs météorologiques jouent un rôle majeur dans la dynamique des populations acridiennes. Ils déterminent la durée d'incubation des œufs et de développement des différents stades larvaires, influent sur l'expression du potentiel biotique des femelles et agissent sur les mouvements des essaims et les déplacements des bandes larvaires, en période d'invasion.

Les principaux facteurs météorologiques qui ont une action directe ou indirecte sur la dynamique des populations acridiennes, et que le prospecteur doit relever localement sur site sont:

III.1.2.2.4.3.1- Les pluies

Il s'agira pour le prospecteur de relever les niveaux de pluies enregistrées au niveau des stations météorologiques locales et de s'informer auprès de paysans et nomades sur d'éventuelles pluies tombées dans des régions non couvertes par des stations météorologiques. Le prospecteur doit également localiser les oueds qui ont coulé et d'évaluer les distances de crues.

III.1.2.2.4.3.2- Les températures

Celles-ci agissent favorablement ou défavorablement sur les éclosions et la vitesse de développement des individus du criquet. Elles doivent être relevées par le prospecteur quotidiennement et à heures fixes ; ces relevés sont très importants dans l'élaboration des modèles prévisionnels

III.1.2.2.4.3.3- Les vents

Ils conditionnent dans une large mesure les mouvements des populations acridiennes et l'efficacité des traitements. En effet, les essaims et les bandes de larves se dirigent généralement dans le sens du vent. Connaître la direction du vent et sa force, c'est disposer d'un élément important pour faire des prévisions acridiennes.

Ces données que le prospecteur collecte sur le terrain sont reportées sur des fiches d'observations et transmises via eLocust 2 au service chargé de la gestion et de l'analyse des informations.

III.1.2.3- Mode de transmission des informations acridienne et écologique

L'information constitue l'élément de base de la lutte antiacridienne. C'est sa précision et la rapidité avec laquelle elle est transmise qui déterminent la fiabilité des prévisions puis l'efficacité de la lutte.

Travaillant dans les régions où les communications par voies téléphonique et télégraphique sont le plus souvent très difficiles voire impossibles, le prospecteur aura à sa disposition un poste émetteur-récepteur pour la communication directe et un outil de transmission satellite des informations relatives au criquet et son environnement (Elocust 2).

La transmission des informations se fait en fonction des stations visitées par le prospecteur. Les étapes de transmission et de réception des informations sont les suivantes :

- Récolte des diverses informations sur terrain par le prospecteur suivant la fiche de prospection ;
- Saisie et envoi des informations par Elocust2 ;
- Réception des données à l'INPV sur ordinateur ;
- Vérification, correction et conversion des données en format .Xls par Elocust Mapper 1.12 ;
- Exportation des différentes données vers le Système RAMSES ;
- Elaboration des cartes acridiennes et écologiques, (Fig.26).

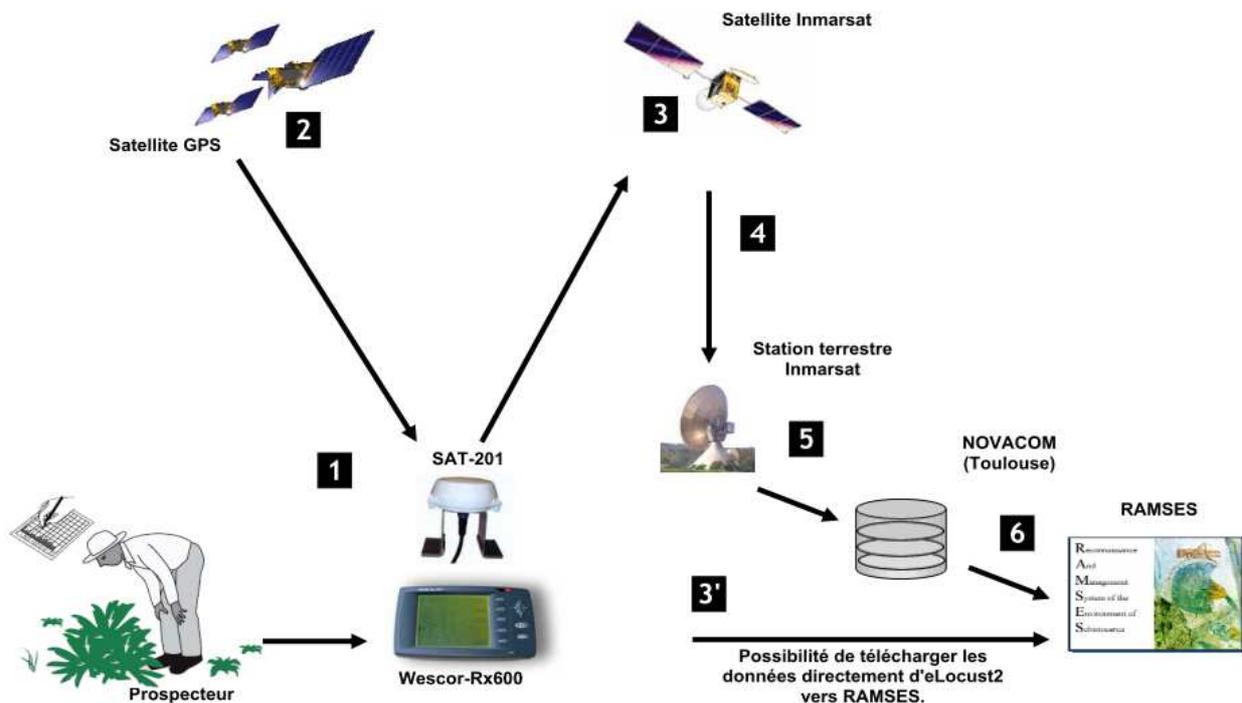


Figure 26 : Schéma général du processus de transmission des informations par

III.1.2.4. Organisation des prospections au niveau du Sahara Algérien entre 2006 et 2009

Le déploiement des équipes sur terrain a été réalisé en fonction de la répartition des pluies et également en fonction de la disponibilité du couvert végétal, identifié grâce aux différentes images satellitaires de végétation.

Durant les quatre années consécutives de prospection sans relâche et en fonction des saisons, l'INPV a touché véritablement par la prospection 15 secteurs situés au niveau des Cinq wilayate sahariennes.

III.1.2.4.1- Phase printanière

Durant les différentes phases printanières s'étalant de janvier à juin, de chaque année, la prospection a touché les régions de reproduction du Sahara central, régions sous l'influence des dépressions méditerranéenne pouvant recevoir en hiver des pluies importantes. Une attention particulière est donnée à ces zones parce qu'elles peuvent offrir à tout moment aux criquets un milieu très favorable pour l'installation et la

reproduction. Treize secteurs, appartenant aux cinq wilayate sahariennes, ont été concernés par la surveillance, (Fig.27) :

- ✓ **Wilaya de Tamanrasset** : Les régions d'In Salah, Ouest et Nord ouest du Hoggar, Sud-Est du Hoggar et l'Ahnet.
- ✓ **Wilaya d'Adrar** : L'ensemble des périmètres irrigués de la wilaya
- ✓ **Wilaya d'Illizi** : Régions de Bordj El Haoues, Djanet et Bordj Omar Driss
- ✓ **Wilaya de Béchar** : Régions de Tabelballa, Oued Saoura, Hamada du Guir et Oued Daoura
- ✓ **Wilaya de Tindouf** : Hamada du Draa

III.1.2.4.1.1- Le dispositif de surveillance et de lutte mobilisé en phase printanière

Durant la phase printanière de chaque année, un total de (6) équipes est déployé au niveau de Tamanrasset (2 équipes), Adrar (1 équipe), Illizi (1 équipe), Bechar (1 équipe) et Tindouf (1 équipe).

III.1.2.4.2- Phase automnale

La phase automnale s'étale de septembre à décembre. Durant cette période la prospection couvre l'ensemble des zones touchées par les pluies de mousson générée par la remontée du Front Intertropical (FIT) à l'extrême sud algérien. En fonction de la pluviométrie et des zones de végétation, trois secteurs ont été considérés à savoir :

- ✓ **Wilaya de Tamanrasset** : région d'In Guezzam, Région de Tin Zaouatin
- ✓ **Wilaya d'Adrar** : Région de Bordj Badji Mokhtar, Timiaouine
- ✓ **Wilaya d'Illizi** : Sud de Djanet, Takisset et Tafassest

III.1.2.4.2.1- Le dispositif de surveillance et de lutte mobilisé en phase automnale

Les prospections sont orientées chaque année vers la bande frontalière de l'extrême sud limitrophe avec Mali et Niger, et dans le versant sud du Hoggar, (Fig.28). A la différence de la phase printanière, Le dispositif de la phase automnale concerne uniquement 4 wilayate sahariennes à savoir Tamanrasset (2 équipes), Adrar (1 équipe) et Illizi (1 équipe).

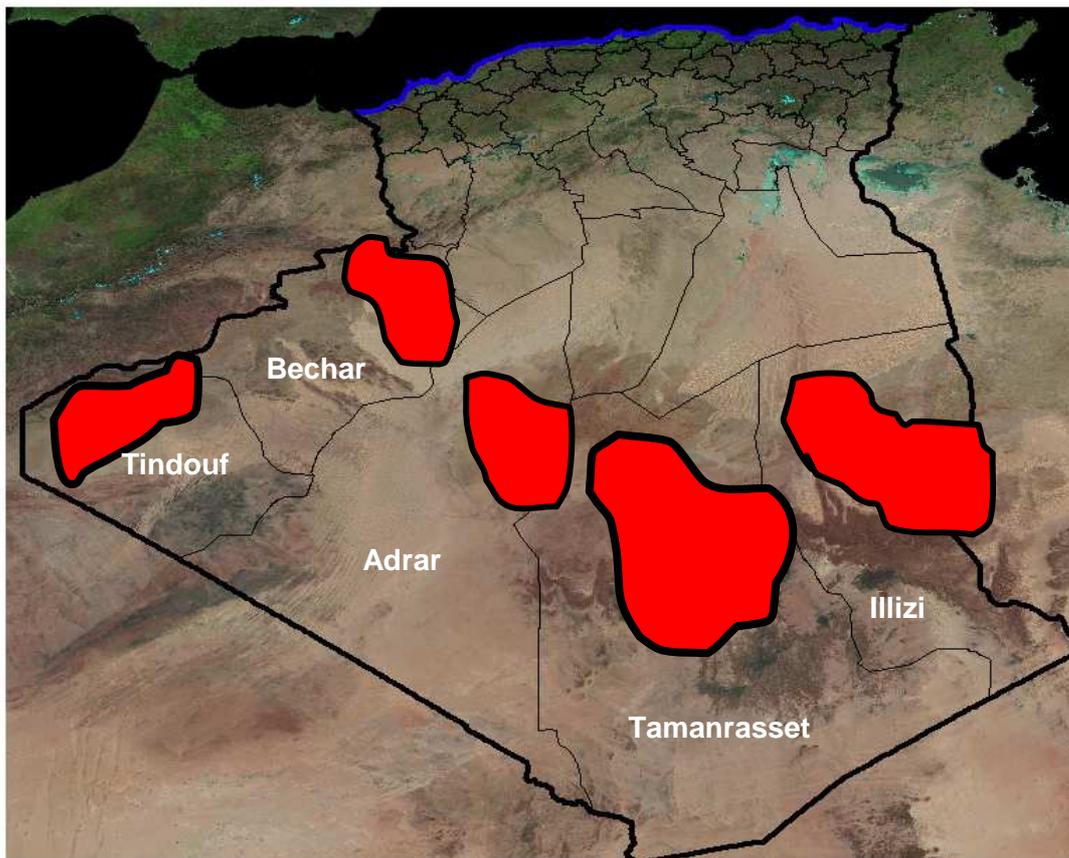


Figure 27 : Secteurs d'activité en phase printanière

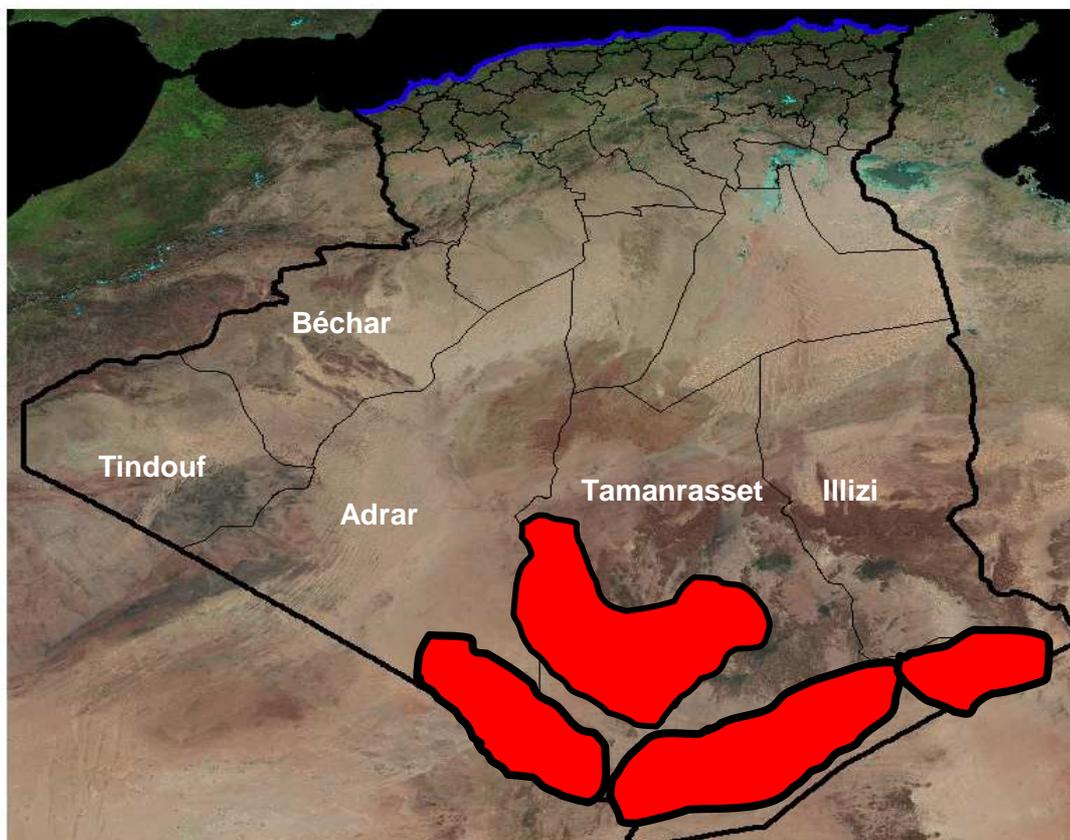


Figure 28 : Secteurs d'activité en phase automnale

III.2- Indices morphométriques du criquet pèlerin

Après avoir arrêté les biotopes du criquet pèlerin par l'analyse cartographique des données acridiennes pour les années 2006/2010 à l'aide du Système d'Information Géographique (SIG) RAMSES, nous avons jugé utile de prendre comme échantillon quelques biotopes, qui ont montré des infestations acridiennes, ceci afin d'étudier le comportement du criquet dans ces sites, notamment par l'étude du statut phasaire de ces populations.

Pour les locustes sous l'effet du regroupement, les parties du corps des larves et des ailés ne se développent pas toutes dans les mêmes proportions. C'est pour cela que, les mesures morphométriques sont souvent utilisées en acridologie pour caractériser les phases des acridiens (Uvarov, 1928 ; Dirsh, 1953) in (Duranton et Lecoq, 1990)

Elles servent particulièrement à préciser le statut phasaire des individus capturés, Le paramètre le plus utilisé est le rapport E/F (longueur de l'élytre/ longueur du fémur).

Pour notre cas on retiendra trois mesures seulement à savoir :

- Largeur de la tête (C)
- Longueur du fémur (F)
- Longueur de l'élytre (E)

III.2.1- Matériel utilisé

Durant les prospections d'échantillonnage réalisées au niveau des biotopes acridiens, nous avons pu utiliser le matériel suivant :

- Un filet fauchoir
- Une boîte de collection
- Cage d'élevage
- Les jumelles
- GPS Garmin 12XI
- Sachet en papier

III.2.2- Méthodologie du travail

III.2.2.1- Choix des sites d'études sur terrain

Rappelons qu'au cours des prospections effectuées par les équipes de surveillance acridiennes de l'INPV en phase de rémission 2006/2010 relativement dans l'ensemble des aires de reproduction du criquet pèlerin, plusieurs signalisations acridiennes ont été enregistrées. A cet effet, le choix des sorties a été effectué en fonction des présences acridiennes qui ont présenté des densités élevées et qui ont nécessité par la suite des traitements chimiques, (Fig. 29, Fig.30 et Fig.31).



Figure 29 : Biotope du criquet pèlerin au niveau de l'Hoggar
(Original)



Figure 30 : Détermination des plantes par le guide de lutte antiacridienne



Figure 31 : Prélèvement des plantes sur site (Original)

III.2.2.2- Capture des criquets

A fin de capturer les ailés sur champs, nous avons fait appel à la technique du filet fauchoir qui reste la plus pratique et la plus efficace. Elle consiste à refouler les ailés par un agent dans la direction du porteur du filet. D'un coup rapide ce dernier est orienté vers l'insecte en vol de façon à ce qu'il pénètre profondément dans le cône. Il est préférable de réaliser la capture le matin entre 8h et 11h ou le soir entre 16h et 18h en dehors des heures chaudes de la journée. (Fig. 32). Dans l'ensemble des stations, la capture a été effectuée sur une superficie de 10.000 m².



Figure 32 : Méthode de capture des ailés sur terrain par le filet

III.2.2.3- Manipulations au laboratoire

Les mesures ont été réalisées avec un pied à coulisse, (Fig.33) en mesurant les différentes parties et en calculant les rapports E/F et F/C, (Fig.34).

III.2.2.3.1- Tableau de référence de Dirsh (1953)

Les rapports morphométriques de référence données par Dirsh (1953), (Tableau 13) cité par Doumandji-Mitiche *et al.* 1996, permet de classer la population des criquets capturés dans les sites d'étude.



Figure 33 : Utilisation du pied à coulisse pour les différentes mesures morphométriques

Tableau 13: Indices morphométriques de *Schistocerca gregaria* selon Dirsh (1953)

	Solitaires		Transiens		Grégaires	
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
E/F	1,99-2,07	2,02-2,09	2,08-2,13	2,10-2,15	2,14-2,28	2,16-2,33
F/C	3,80-3,95	3,87-4,04	3,62-3,79	3,71-3,86	3,03-3,61	3,05-3,70

III.2.2.3.2- Abaque de Duranton et Lecoq (1990)

C'est une représentation qui nous renseigne sur les individus mesurés par leur position au niveau de l'Abaque (Figure 35)

III.2.2.3.3- Analyse des données

Afin d'analyser les données relatives aux populations acridiennes mesurées, nous avons fait appel à l'**Analyse en Composantes Principales (ACP)**. C'est une méthode de la famille de l'analyse des données et plus généralement de la statistique multi variée, qui consiste à transformer des variables liées entre elles (dites "corrélées" en statistique) en nouvelles variables indépendantes les unes des autres (donc "non corrélées").

Ces nouvelles variables sont nommées "composantes principales", ou axes. Elle permet également de fournir de données décrites par un grand nombre de variables

quantitatives des représentations planes (et donc interprétables visuellement) aussi fidèles que possible. Pour cela, on projette ces données sur des plans factoriels ; chaque plan étant défini par une paire de Composantes Principales prises parmi les premières CP. De l'examen de ces projections, l'analyste tentera de retirer des informations sur la structure des données.

Ces données peuvent être issues d'une procédure d'échantillonnage ou bien de l'observation d'une population toute entière. Les représentations des unités permettent de décrire la répartition des individus dans l'espace et aussi de trouver des axes principaux qui absorbent le maximum d'inertie des nuages et enfin, son grand intérêt est l'obtention de résumés graphiques des résultats.

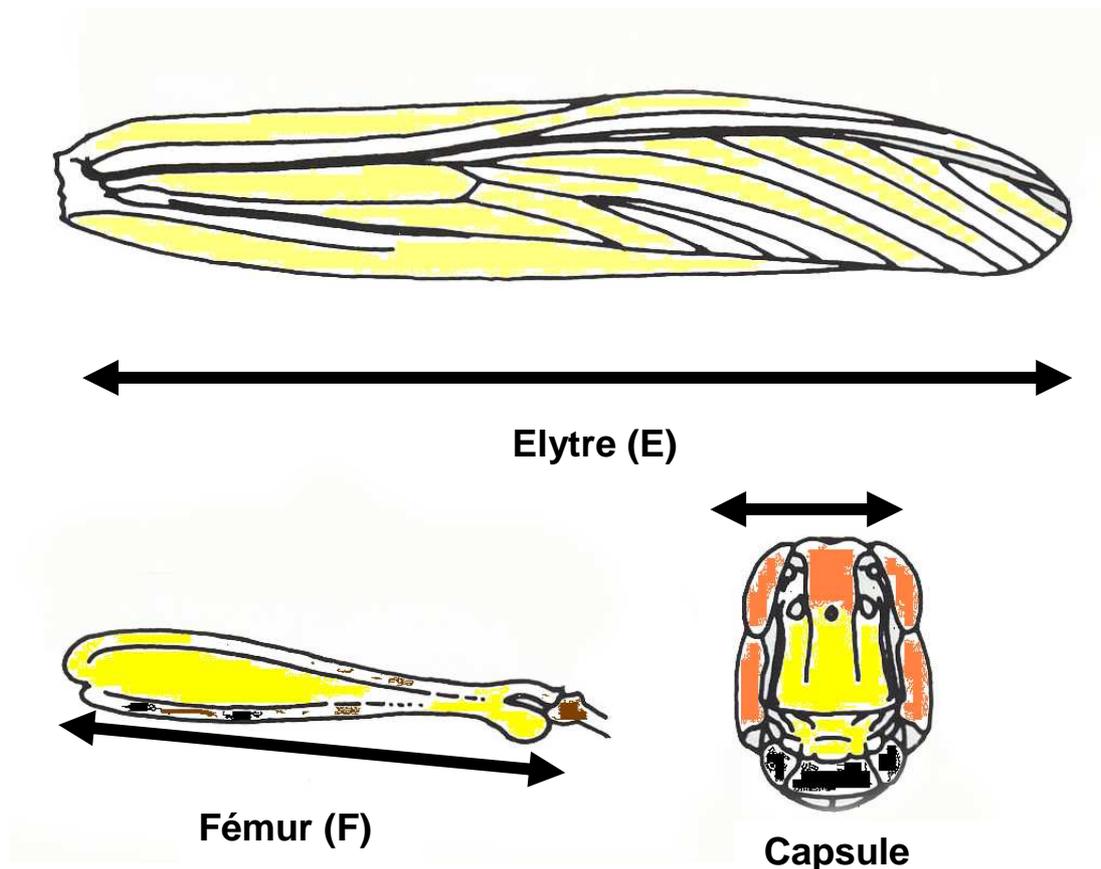


Figure 34 : Schéma des mesures morphométriques standard
(D'après DIRSH, 1953) in (Duranton et Lecoq, 1990)

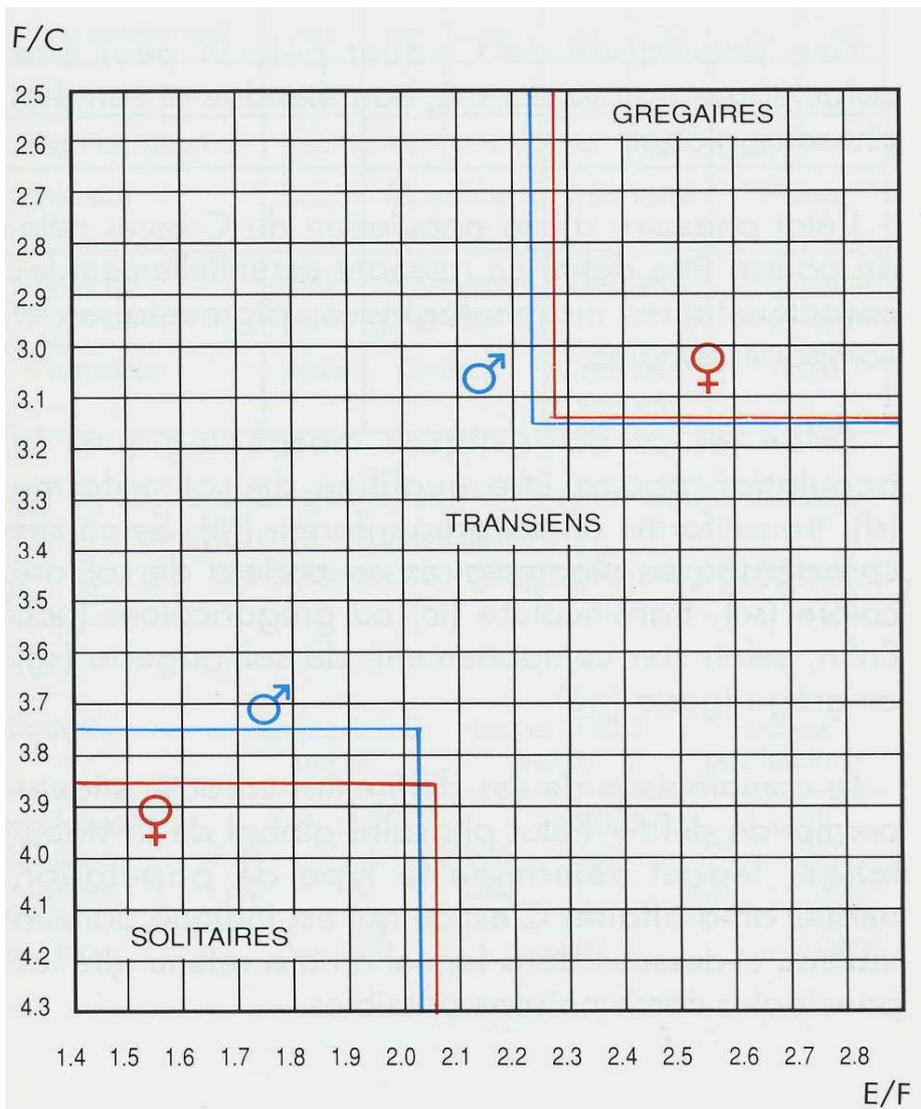


Figure 35 : Abaque morphométrique (modifié d'après Rungs, 1954) in (Duranton et Lecoq, 1990)

CHAPITRE IV- RESULTATS ET DISCUSSIONS

IV.1- Résultats de l'étude du fonctionnement des biotopes du criquet pèlerin dans le sud algérien de 2006 à 2009

Afin de mieux comprendre le fonctionnement des différents biotopes acridiens dans l'ensemble des zones prospectées au niveau du sud algérien, nous avons jugé utile de cartographier les différentes zones prospectées et les signalisations acridiennes enregistrées de 2006 jusqu'à 2009. La cartographie et l'interprétation des cartes ont été réalisées en fonction des saisons de chaque année (hiver, printemps, été et automne), et en ajoutant pour chaque saison un complément d'informations relatif à la météorologie et l'écologie (Annexe, 1) dans les zones prospectées. Les résultats obtenus après le traitement et la cartographie des données sont présentés comme suit :

IV.1.1- Distribution des signalisations au niveau du Sahara Algérien durant l'année 2006

IV.1.1.1- Phase hivernale (janvier, février et mars 2006)

Durant la période s'étalant de janvier à mars 2006, la prospection a touché les trois wilayate sahariennes Tamanrasset, Illizi et Adrar, (Fig. 36).

IV.1.1.1.1- Conditions météorologiques

Elles sont caractérisées par une absence de pluie significative sur toutes les régions du Sahara algérien.

IV.1.1.1.2- Conditions écologiques

Les conditions écologiques étaient favorables sur l'ensemble des régions prospectées des wilayate de l'extrême sud algérien. Une végétation bien développée était présente dans les principaux lits d'Oueds, situés dans les trois wilayate : Illizi (Oued Illizi au point 26 34N 08 26E) et Tamanrasset (Oued Igharghar au point 21 34N 06 09E et Oued Tin Tarabine au point (21 43N 07 05E) et Adrar aux points (26 53N 00 01E, 27 49N 00 07W).

IV.1.1.1.3- Situation acridienne

La détection en mois de mars d'une population acridienne au niveau de Oued Illizi au point : 26 34N 08 25E. La population interceptée est composée dans sa totalité, d'ailés matures à l'état solitaire en accouplement et ponte, sur une superficie de 30 ha. Dans les autres régions aucune signalisation n'a été enregistrée, (Fig.37).

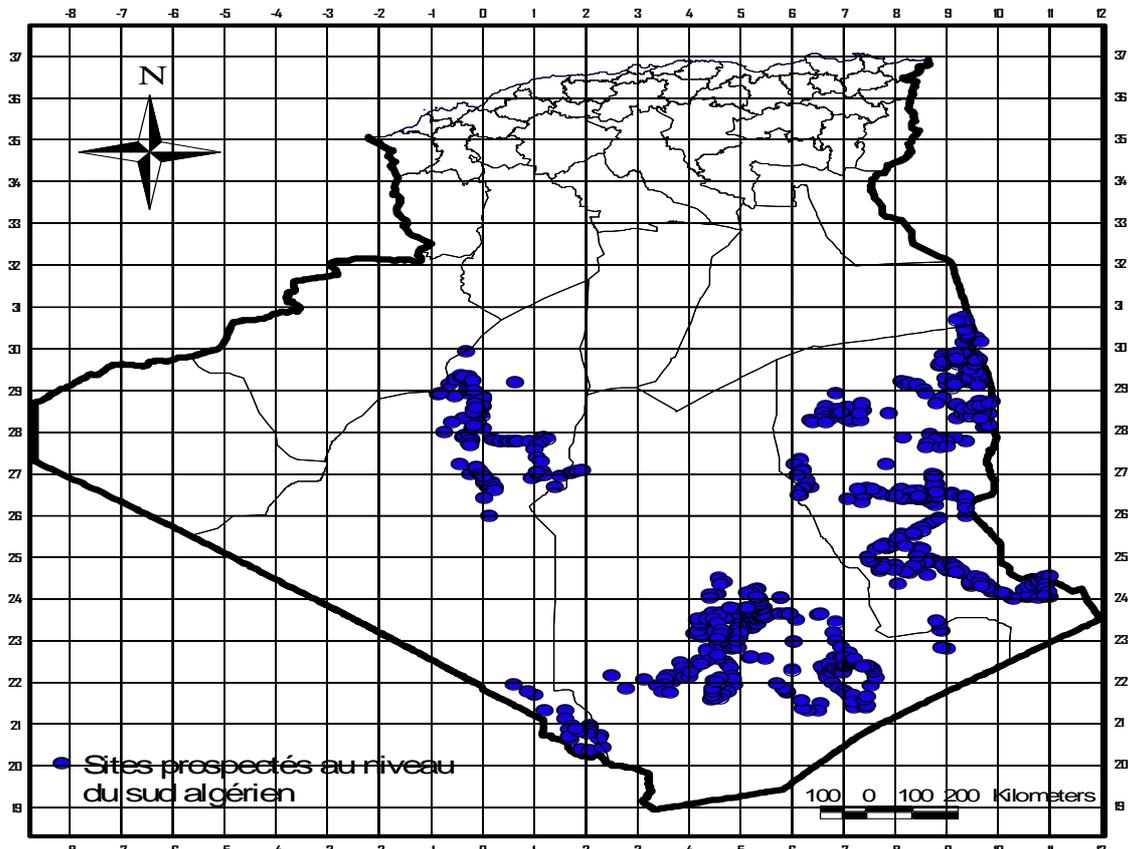


Figure 36 : Régions couvertes par la prospection durant la phase hivernale 2006 au sud algérien

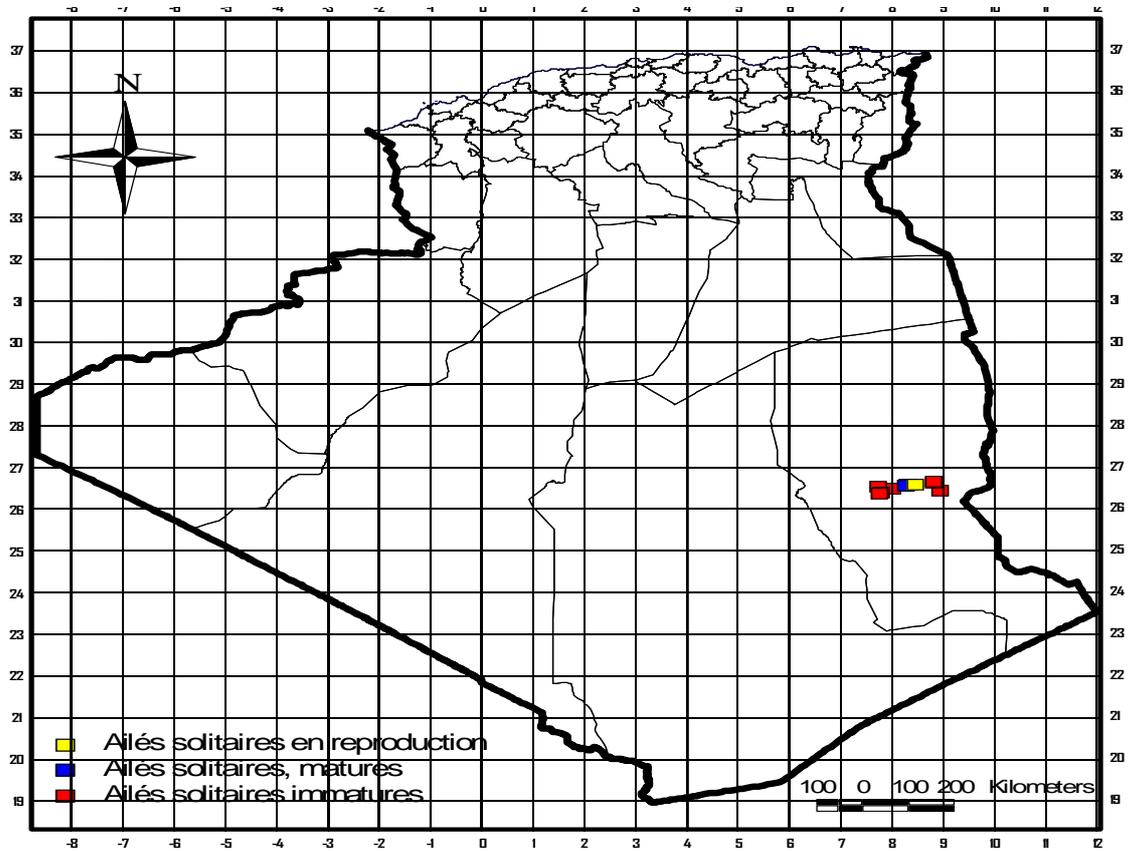


Figure 37 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase hivernale 2006 au sud algérien

IV.1.1.2- Phase printanière (Avril, Mai Juin 2006)

Durant la période s'étalant d'Avril à Juin 2006, la prospection a touché l'ensemble des wilayate sahariennes Tamanrasset, Illizi, Bechar, Tindouf et Adrar, (Fig.38).

IV.1.1.2.1- Conditions météorologiques

Le mois d'Avril a été marqué par une forte activité pluvio-orageuse sur la région du Touat et de la Saoura entraînant d'importants écoulements des Oueds de la région. Sur le Hoggar, le Tassili et l'extrême sud, on a noté une absence de pluie significative. Les mois de mai et juin, n'ont pas connu de chute de pluie.

IV.1.1.2.2- Conditions écologiques

Les conditions écologiques étaient relativement favorables sur l'ensemble des régions prospectées situées au niveau des wilayate de l'extrême sud algérien à savoir Adrar, Tamanrasset, Illizi et Béchar. Toutefois, l'élévation des températures à la fin de juin a déclenché le processus de dessèchement de nombreuses plantes annuelles. La végétation s'est desséchée ou était en cours de dessèchement dans la majorité des régions où existe à cette période une activité acridienne (Oued Illizi et Nord ouest de Tamanrasset). Néanmoins certaines taches vertes persistent dans les zones d'écoulement et d'épandage de Hamada du Guir, Wilaya de Béchar, aux points 30 23N 03 40W et 31 17N 03 17W

IV.1.1.2.3- Situation acridienne

Plusieurs foyers de criquet pèlerin ont été repérés durant le mois de mai par les équipes de prospection. Ces foyers se répartissent le long de Oued Illizi (20 stations s'étendant sur 3.692 ha, composé de larves solitaires et d'ailés transiens), Tamanrasset (1 station couvrant une superficie de 200 ha, composée d'ailés immatures de statut solitaires et transiens) et au niveau des périmètres agricoles de la Wilayate d'Adrar (larves solitaires mélangées à des ailés solitaires matures et immatures, (Fig.39)

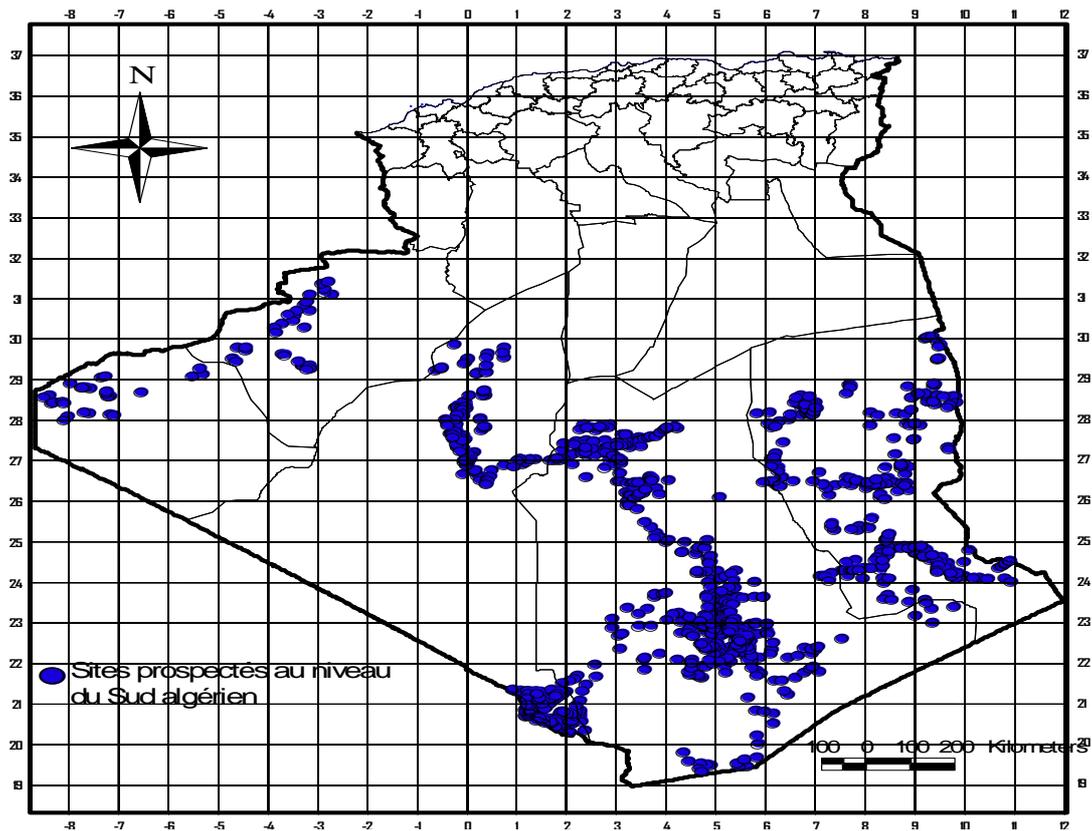


Figure 38 : Régions couvertes par la prospection durant la phase printanière 2006 dans le sud algérien

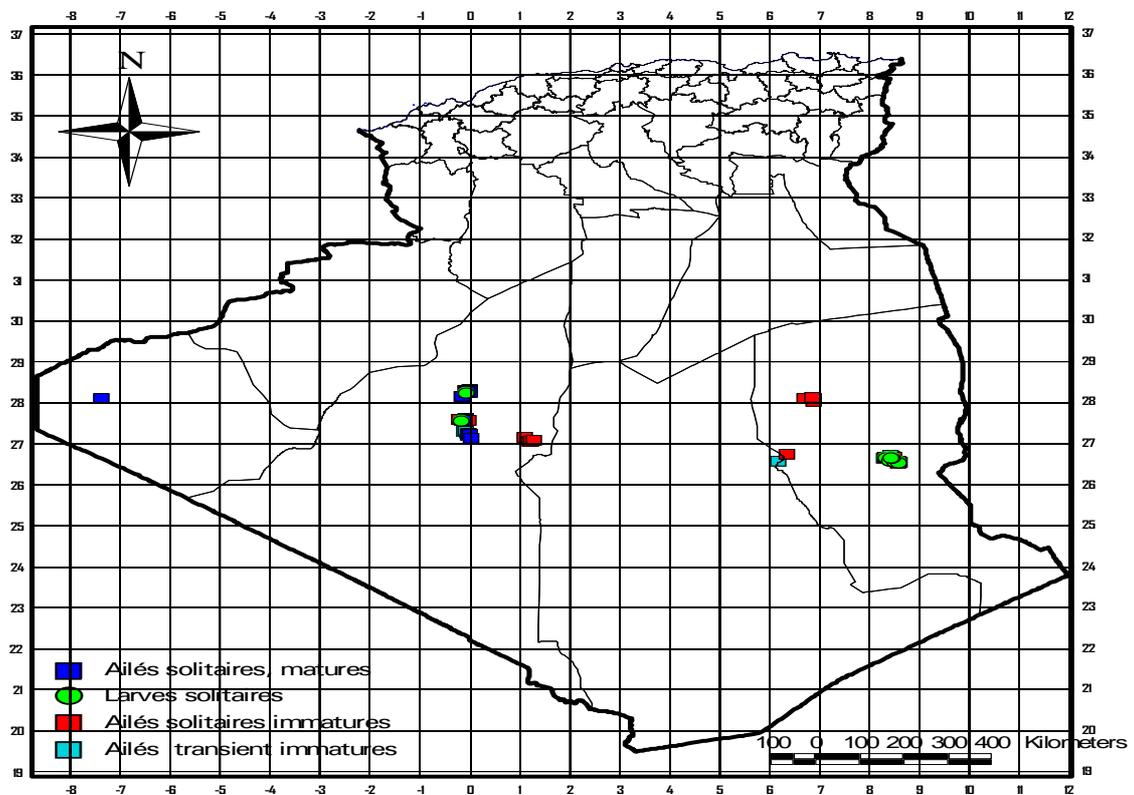


Figure 39 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase printanière 2006 dans le sud algérien

IV.1.1.3- Phase estivale (juillet, Août et septembre 2006)

Durant la période s'étalant de juillet à septembre 2006, la prospection a touché les quatre wilayate sahariennes : Tamanrasset, Illizi, Tindouf et Adrar, (Fig.40).

IV.1.1.3.1- Conditions météorologiques

Une faible chute de pluies a été enregistrée dans les zones de reproduction estivale de l'extrême sud algérien (In Guezzam, Tin Zaouatin et Bordj Badji Mokhtar). Une quantité cumulée de 29 mm a été enregistrée dans la station météorologique du Sud du Hoggar. Dans les autres zones, aucune chute de pluies n'a été relevée.

IV.1.1.3.2- Conditions écologiques

Hormis dans les exploitations agricoles irriguées de la wilaya d'Adrar, où la végétation était encore verte, les conditions écologiques sont défavorables à la reproduction du criquet pèlerin dans l'ensemble des régions prospectées au niveau du reste des Wilayate de l'extrême sud algérien.

IV.1.1.3.3- Situation acridienne

Des foyers du criquet pèlerin ont été repérés uniquement dans les zones de cultures de la Wilaya d'Adrar sur une superficie de 244 ha (Fig.41). Les populations acridiennes localisées sont des solitaires composées d'ailés matures en accouplement et ponte associés à des larves de 4^{ième} et de 5^{ième} stades.

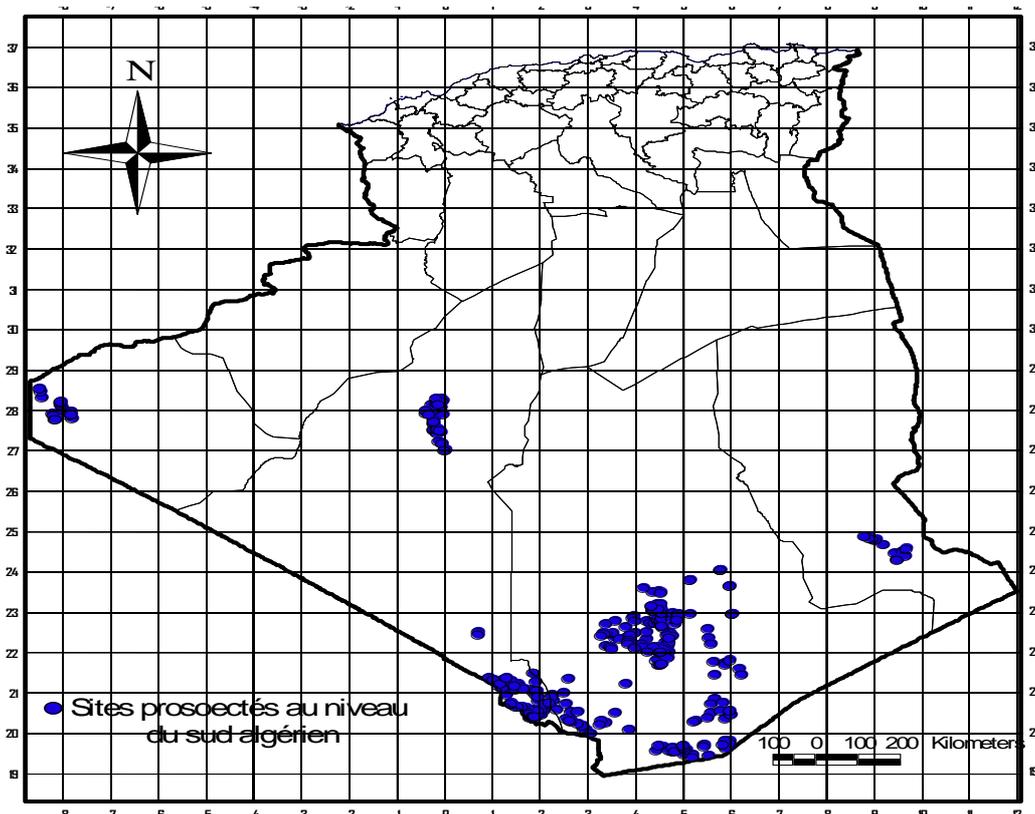


Figure 40: Régions couvertes par la prospection durant la phase estivale 2006 dans le sud algérien

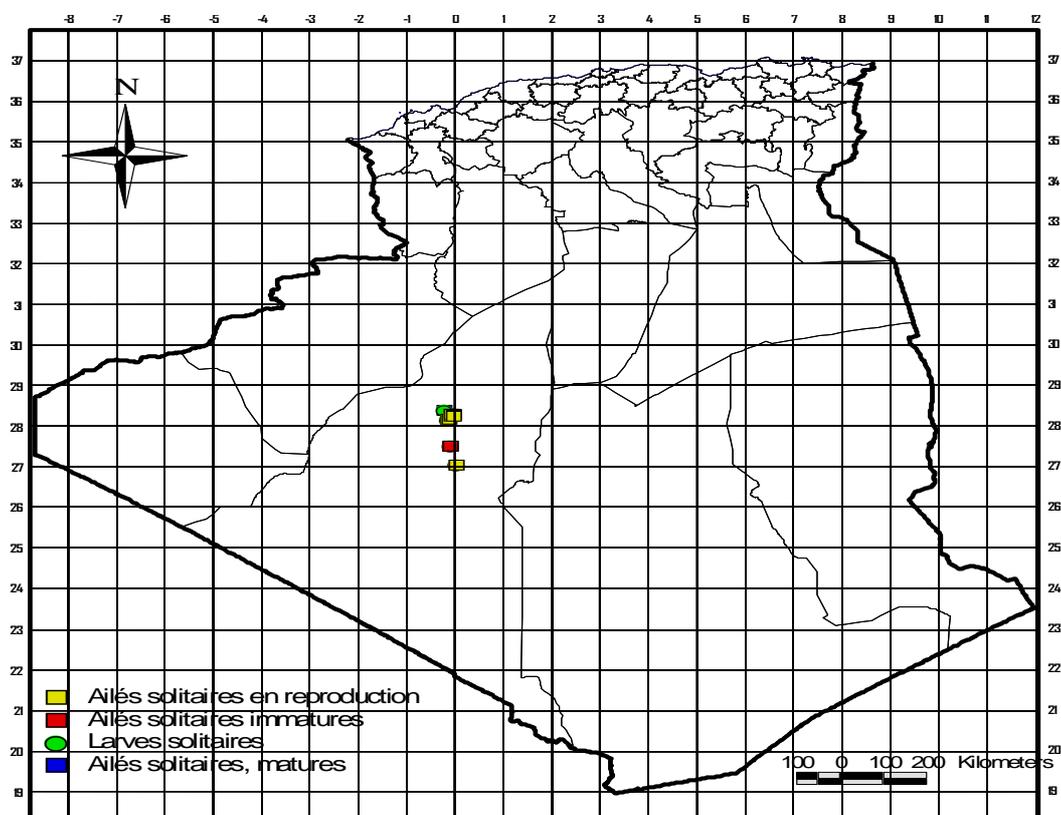


Figure 41 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase estivale 2006 dans le sud algérien

IV.1.1.4- Phase automnale (octobre, novembre et décembre 2006)

Durant la période s'étalant d'octobre à décembre 2006, la prospection a touché quatre wilayate sahariennes : Tamanrasset, Illizi, Tindouf et Adrar, (Fig.42).

IV.1.1.4.1- Conditions météorologiques

Des pluies insignifiantes ont été enregistrées dans la région du Hoggar/Tassili. A la fin du mois de décembre et suite à l'arrivée d'une perturbation sur le Maroc, de fortes pluies ont été enregistrées à partir du 27 sur la zone frontalière algéro marocaine provoquant d'importants écoulements des oueds de la région du Saoura, notamment Tabelbala, oued Saoura et Oued Guir.

IV.1.1.4.2- Conditions écologiques

Les opérations de prospection menées au niveau des wilayate du sud algérien à savoir Tamanrasset, Adrar, Illizi et Tindouf, ont fait état des conditions écologiques qui commencent à devenir défavorables. Un début de dessèchement a caractérisé la végétation au niveau de plusieurs oueds de la région à savoir Oued Ameded, Oued Tinef et Oued Tamanrasset dans la wilaya de Tamanrasset. Cependant, la verdure persiste au niveau de quelques principaux oueds tels qu'Oued Tintarabine et Oued Inzefar. Au niveau d'Illizi, un début de dessèchement commence à apparaître sur les plantes annuelles au niveau de quelques oueds de la région. Un début de dessèchement au niveau des oueds de la région de Bordj Badji Mokhtar dans la wilaya d'Adrar a été observé sur les plantes annuelles. Dans la région de Tindouf les conditions écologiques étaient totalement défavorables sur l'ensemble des zones prospectées.

IV.1.1.4.3- Situation acridienne

Durant la période considérée, aucune présence acridienne n'a été signalée.

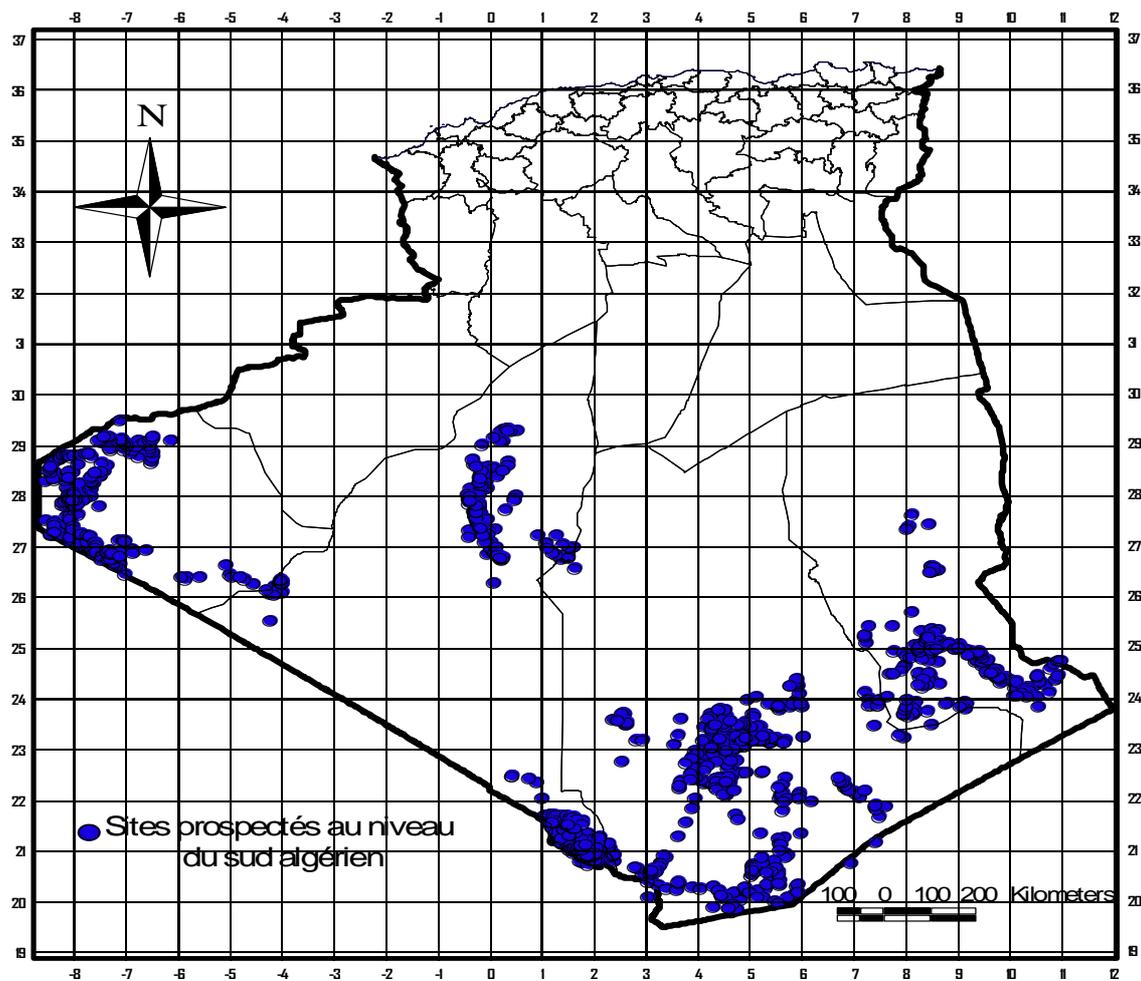


Figure 42 : Régions couvertes par la prospection durant la phase automnale 2006 dans le sud algérien

IV.1.2- Distribution des signalisations au niveau du Sahara Algérien durant l'année 2007

IV.1.2.1- Phase hivernale (janvier, février et mars)

Durant la période s'étalant de janvier à mars 2007, la prospection a touché les cinq wilayate sahariennes à savoir Tamanrasset, Illizi, Adrar, Béchar et Tindouf, (Fig.43).

IV.1.2.1.1- Conditions météorologiques

Il est noté l'absence de pluie sur les régions du Sahara central abritant les foyers grégarigènes potentiels du Criquet pèlerin. Toutefois, des pluies modérées (43 mm) ont touché la région de Béchar.

IV.1.2.1.2- Conditions écologiques

Les conditions écologiques sont favorables à la reproduction du criquet pèlerin particulièrement au niveau des zones prospectées au sud ouest du Hoggar. En effet, plusieurs stations de végétation ont été repérées au niveau des Oueds de la région de Tabelbala aux points : 29.10N 03.28W, 29.37N 03.25N, 29.41N 03.59W et dans la région de Tamanrasset aux points : 22.57N 04.18 E, 21.59N 04.48 E, 22.36N 04.36 E, 23.06N 04.17E. Ailleurs et suite à l'absence des pluies, la végétation est en voie de dessèchement

IV.1.2.1.3- Situation acridienne

Durant le mois de Février 2007, plusieurs signalisations acridiennes de faible densité ont été localisées par les équipes de surveillance et de lutte principalement au niveau des régions de Tabelbala. Il s'agissait d'individus solitaires en accouplement sur des superficies limitées notamment aux points : 29.34N 04.24W, 29.55N 04.18W, 29.56N 04.16W, 26.40N 00.10 E, 26.46N 00.05 E, 27.09N 00.08 E. Des larves solitaires isolées ont été enregistrées au niveau des cultures à Adrar. Des ailés solitaires, en vol clairsemé, ont été également perçus dans le versant sud ouest du Hoggar, (Fig.44).

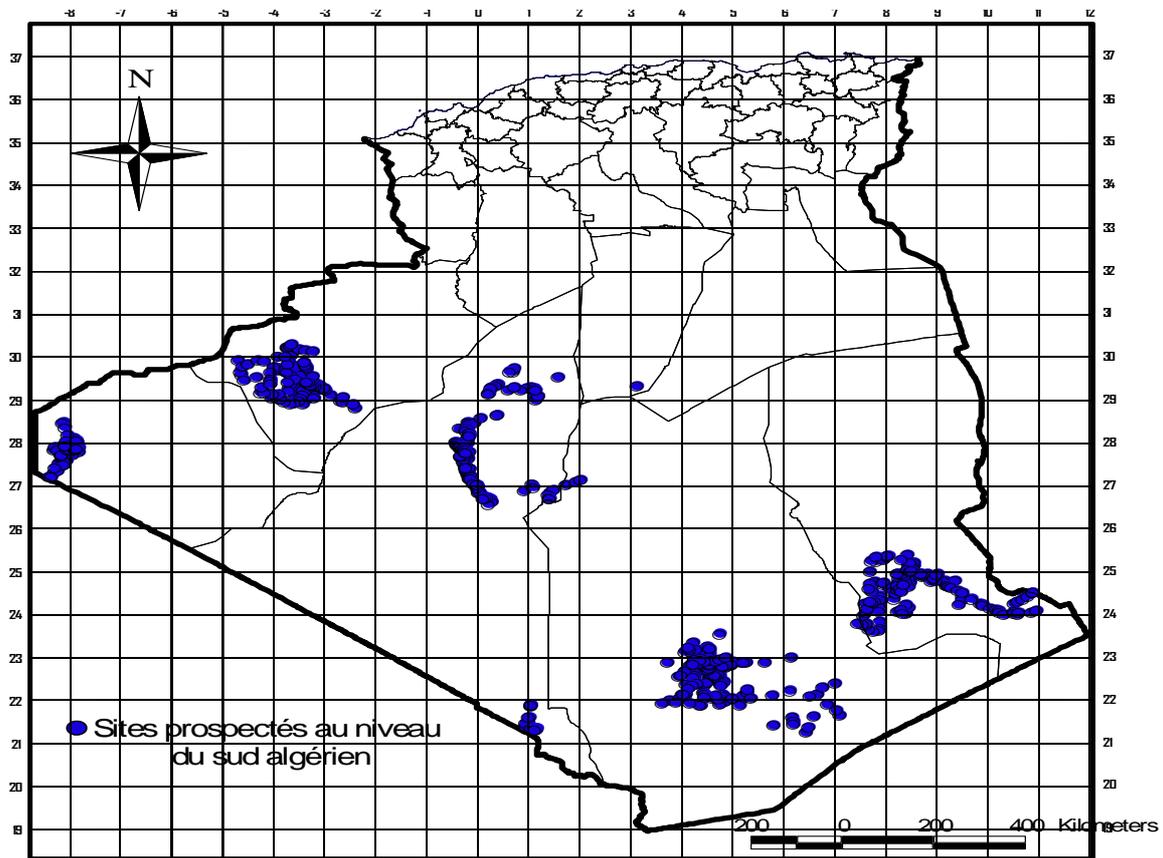


Figure 43 : Régions couvertes par la prospection durant la phase hivernale 2007 dans le sud algérien

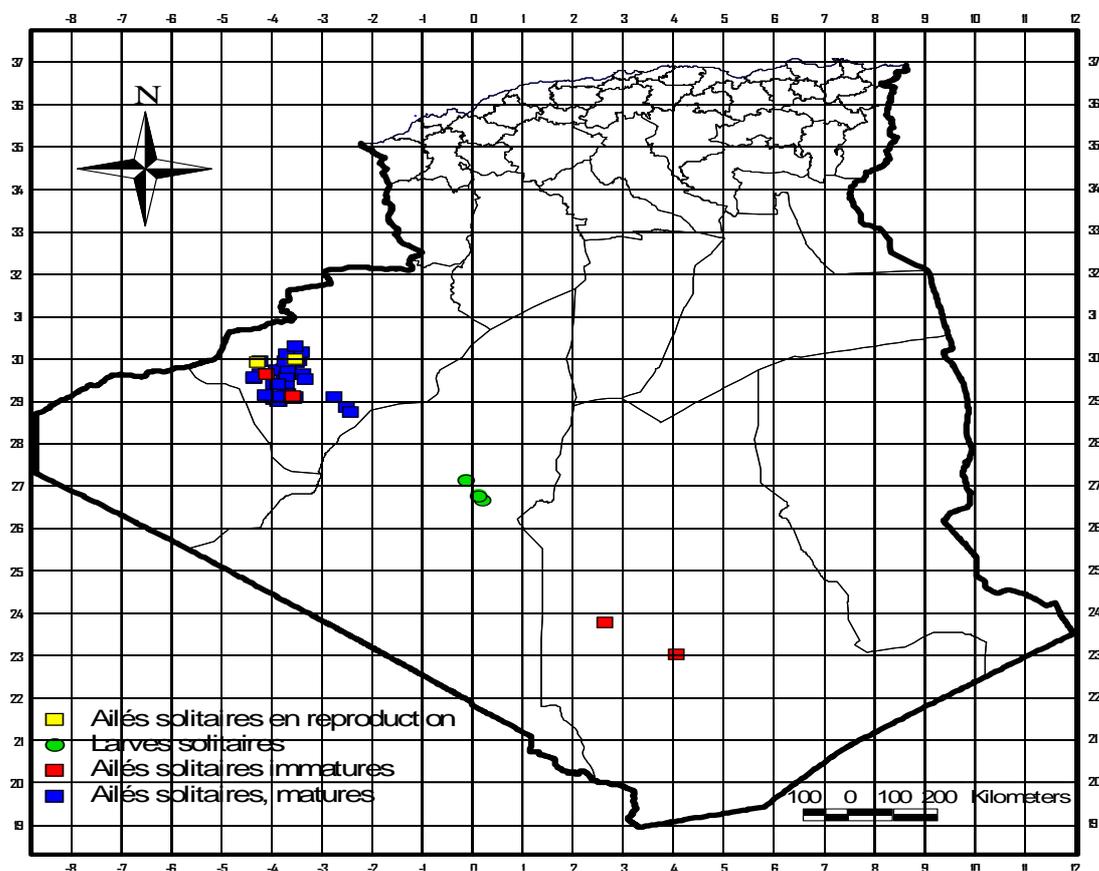


Figure 44 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase hivernale 2007 dans le sud algérien

IV.1.2.2- Phase printanière (Avril, mai et juin 2007)

Durant la période s'étalant d'Avril à juin 2007, la prospection a touché les cinq wilayate sahariennes à savoir Tamanrasset, Illizi, Adrar, Bechar et Tindouf, (Fig.45).

IV.1.2.2.1- Conditions météorologiques

Cette période a été marquée par une absence de pluie sur les régions sahariennes abritant les foyers grégarigènes potentiels du Criquet pèlerin.

IV.1.2.2.2- Conditions écologiques

Les résultats des prospections des zones de reproduction printanière du Sahara central font état de conditions écologiques défavorables. L'absence des pluies et l'élévation des températures au niveau de ces zones ont accéléré le dessèchement des plantes annuelles telles que *Tribulus alatus*, *Schouwia purpurea*, *Citrilus colocynthus* et *Fagonia sp.*

IV.1.2.2.3- Situation acridienne

- Signalisations de larves et d'ailés solitaires au niveau de la région de Silet (Wilaya de Tamanrasset) sur des superficies restreintes inférieures à 5 ha.
- Signalisation d'ailés solitaires matures au niveau des périmètres irrigués d'Adrar et à Bordj El Haoues (Wilaya d'Illizi).
- Signalisation d'ailés transiens matures, avec des densités de 400 à 600 individus/ha sur une superficie de 360 ha à Oued Saoura et des larves solitaires aux stades âgés avec des densités de 900 à 1000 larves par hectare à Tabelballa, (Fig. 46)
- Absence de signalisation dès la fin juin.

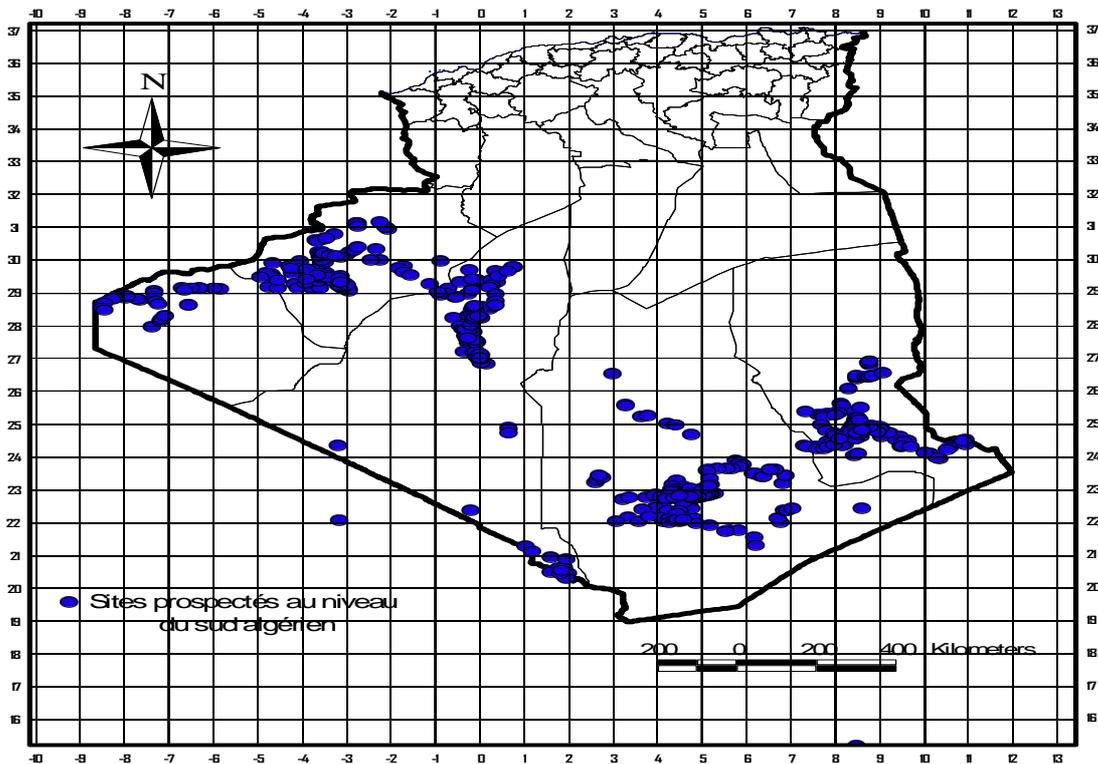


Figure 45 : Régions couvertes par la prospection durant la phase printanière 2007 dans le sud algérien

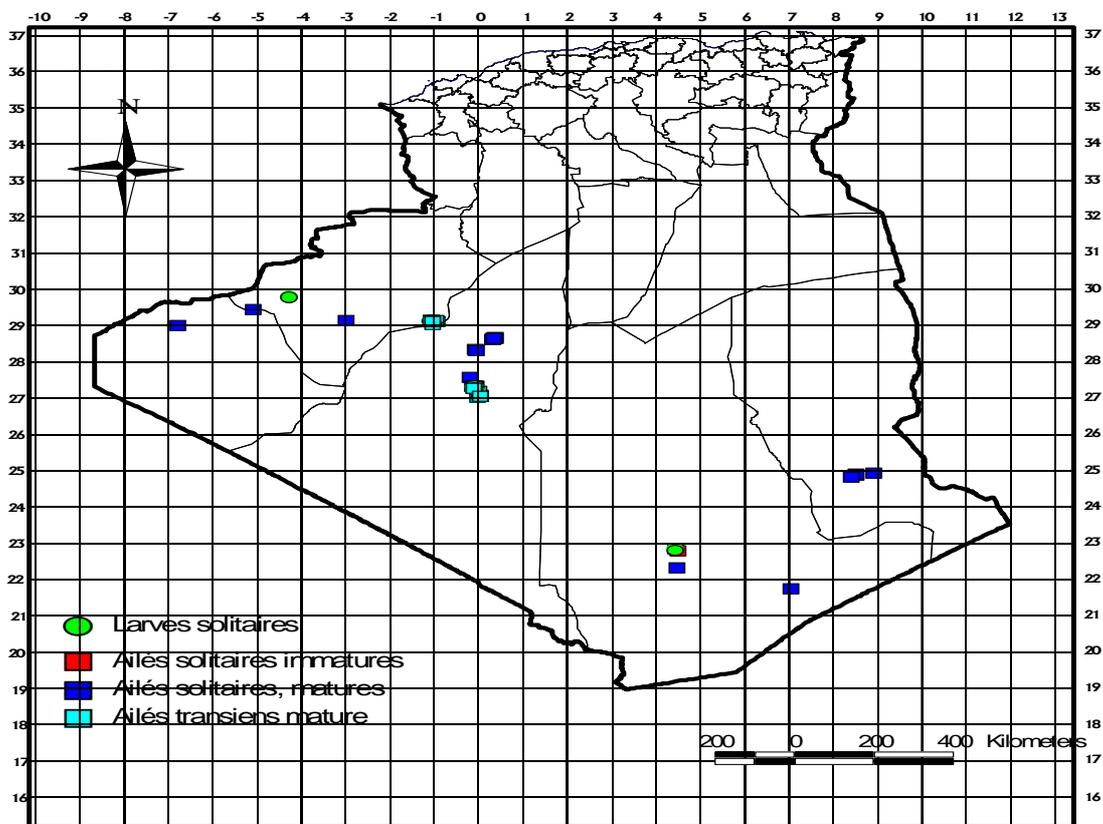


Figure 46 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase printanière 2007 dans le sud algérien

IV.1.2.3- Phase estivale (juillet, Août et septembre 2007)

Durant la période s'étalant de juillet à septembre 2007, la prospection a couvert les trois wilayate sahariennes à savoir Tamanrasset, Illizi et Adrar. Les équipes ont été orientées vers les zones frontalières avec le Mali, (Fig.47).

IV.1.2.3.1- Conditions météorologiques

Quelques averses de pluie assez significatives en liaison avec des incursions du F.I.T ont affecté les régions de l'extrême sud durant le mois de juillet, provoquant localement l'écoulement de plusieurs oueds de la région à savoir Oued In Guezzam et les oueds situés au Nord de Timiaouine.

IV.1.2.3.2- Conditions écologiques

Les conditions écologiques sont favorables à la présence et à la reproduction du criquet sur l'ensemble des zones prospectées du Hoggar, In Guezzam, Timiaouine et Bordj Badji Mokhtar où le tapis végétal est vert et dense

IV.1.2.3.3- Situation acridienne

Durant cette période, aucune présence acridienne n'a été enregistrée

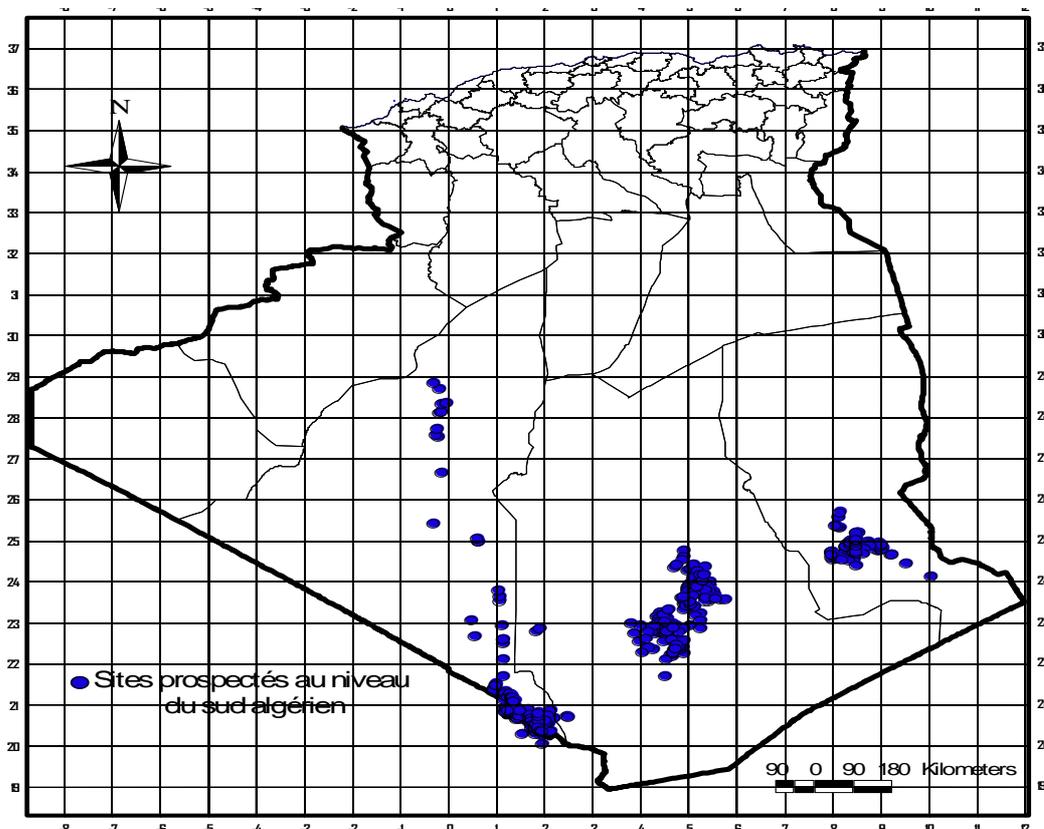


Figure 47 : Régions couvertes par la prospection durant la phase estivale 2007 dans le sud algérien

IV.1.2.4- Phase automnale (octobre, novembre et décembre 2007)

Durant la période s'étalant d'octobre à décembre, la prospection a couvert les quatre wilayate sahariennes à savoir Tamanrasset, Illizi, Béchar et Adrar, (Fig.48).

IV.1.2.4.1- Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques ont été marquées par une absence totale de pluie sur les zones de reproduction du criquet pèlerin.

IV.1.2.4.2- Conditions écologiques

Les conditions écologiques sont favorables sur l'ensemble des régions prospectées, particulièrement le Nord-Est de Timiaouine, le Nord-Est de In Guezzam et l'Est de Silet. En effet, la végétation se maintient toujours verte et dense. Les espèces dominantes sont les plus favorables au développement du criquet pèlerin sont à savoir : *Schouwia purpurea*, *Boeravia sp.*, *Tribulus alatus*, *Colocynthis spp* et *Fagonia sp.* Le sol est relativement humide à des profondeurs variant entre 10 et 20 cm. Concernant la Wilaya de Illizi, la végétation est totalement sèche.

IV.1.2.4.3- Situation acridienne

- Plusieurs populations acridiennes, composées dans leur majorité d'ailés solitaires matures et immatures dispersés avec des densités allant de 5 à 50 Individus /ha ont été repérées au niveau des Wilayate de Tamanrasset, Béchar, Adrar et Illizi.
- Deux infestations acridiennes importantes ont été signalées ; une au niveau d'Oued Ameded (wilaya de Tamanrasset) sur une superficie de 460 ha, composée d'ailés solitaires, matures et immatures avec une densité de 1600 individus à l'hectare et l'autre au niveau de Oued Tafassest (wilaya d'Illizi) composée d'ailés solitaires matures et immatures avec une densité de 1500 individus à l'hectare, sur une superficie de 50 ha.
- Des populations larvaires transiens à des densités oscillant entre 10 à 20 par m².et des ailés solitaires en ponte, ont été également signalées à Bord Badji Mokhtar et Tin zaouatin dans les régions frontalières avec le Mali et le Niger, (Fig.49).

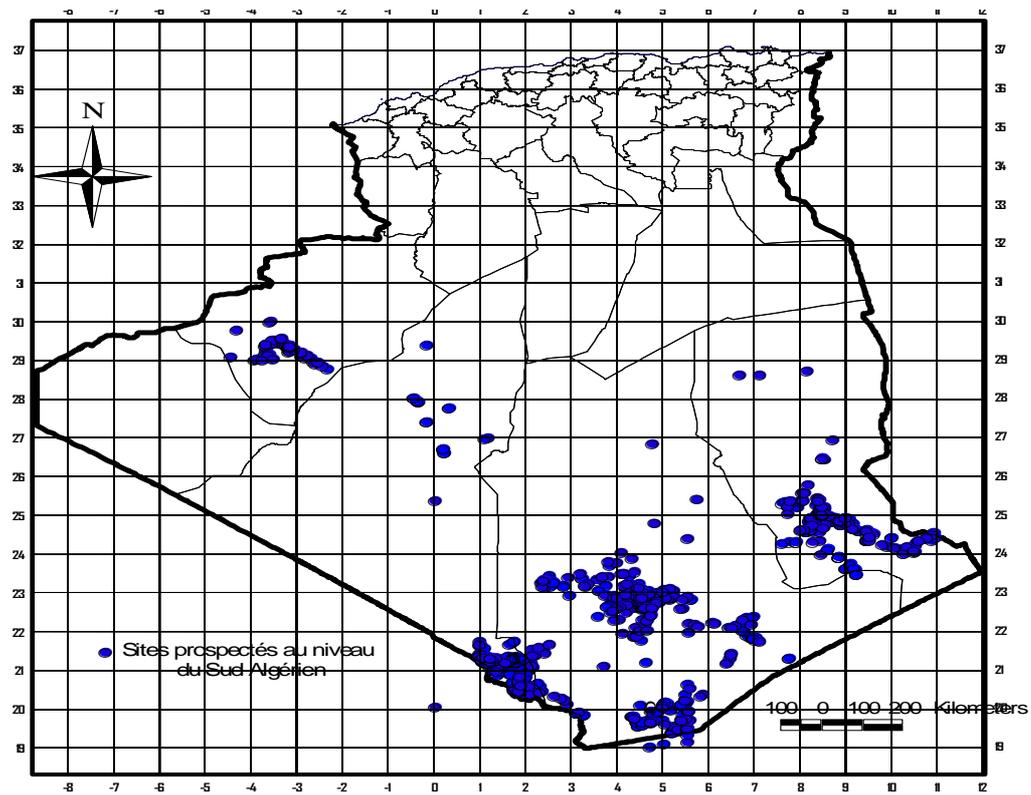


Figure 48 : Régions couvertes par la prospection durant la phase automnale 2007 dans le sud algérien

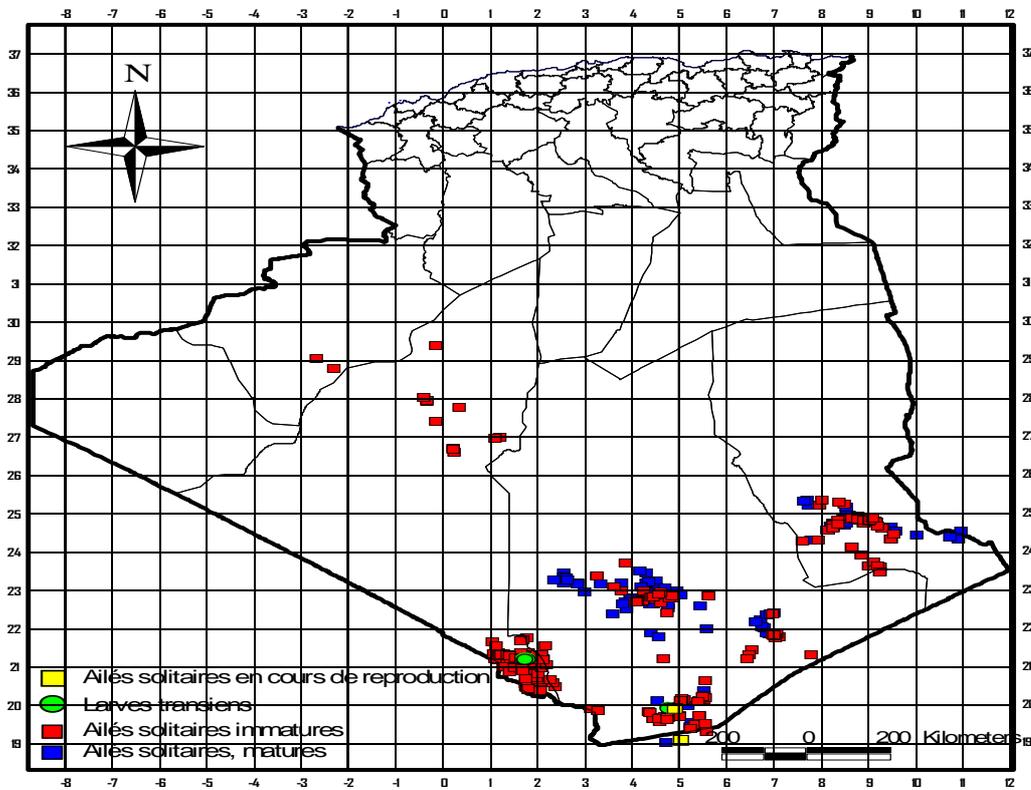


Figure 49 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase automnale 2007 dans le sud algérien

IV.1.3- Distribution des signalisations au niveau du Sahara Algérien durant l'année 2008

IV.1.3.1- Phase hivernale (janvier, février et mars 2008)

Durant la période s'étalant de janvier à mars 2008, la prospection a touché les wilayate de Tamanrasset, Illizi, Tindouf, Béchar et Adrar, (Fig.50).

IV.1.3.1.1- Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques ont été marquées par une activité pluvio-orageuse générant des pluies sur les régions du Sahara central, notamment au niveau du Hoggar (25 mm), Adrar (13 mm) et Béchar (2 mm).

IV.1.3.1.2- Conditions écologiques

Les prospections menées durant cette période dans les régions du sud, notamment dans les régions de Silet, du Hoggar, d'In Guezzam (Wilaya de Tamanrasset), de Bordj El Haouas (Wilaya d'Illizi), de Bordj Badji Mokhtar des périmètres irrigués d'Adrar et Hamada du Draa (Wilaya de Tindouf), montrent que les conditions écologiques, notamment la végétation et l'humidité de sol demeurent généralement favorables au développement du criquet. Toutefois, l'absence des pluies durant tout le mois de janvier à conduit à l'apparition d'un début de dessèchement des plantes annuelles et biennuelles au niveau d'In Guezzam et Djanet.

IV.1.3.1.3- Situation acridienne

Elle est caractérisée par une très faible présence acridienne, oscillant entre 2 et 15 Individus par site, au niveau des régions de Silet et Tintarabine. Il s'agit, dans l'ensemble, des signalisations de criquets solitaires à l'état mature et immature.

Une population acridienne a été également signalée au niveau des périmètres agricoles d'Oued Haloufa dans la wilaya d'Illizi aux points: 26 29N 08 32E et 26 30N 08 32E.

La population interceptée est composée d'ailés matures à l'état solitaire avec une densité de 500 à 600 Individus à l'hectare sur une superficie totale de 25 ha.

A la fin du mois de janvier, des ailés solitaires en cours de reproduction et de ponte ont été signalés au niveau d'Oued Amded, dans la wilaya de Tamanrasset et au niveau des périmètres irrigués d'Adrar, (Fig.51).

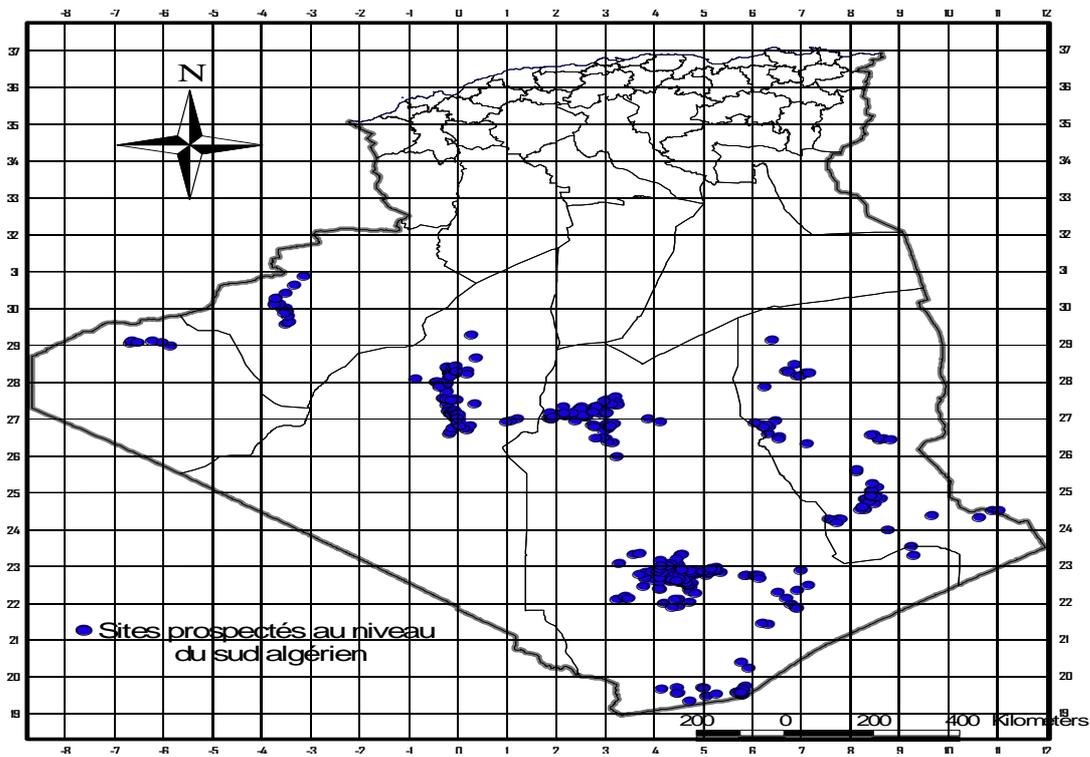


Figure 50 : Régions couvertes par la prospection durant la phase hivernale 2008 dans le sud algérien

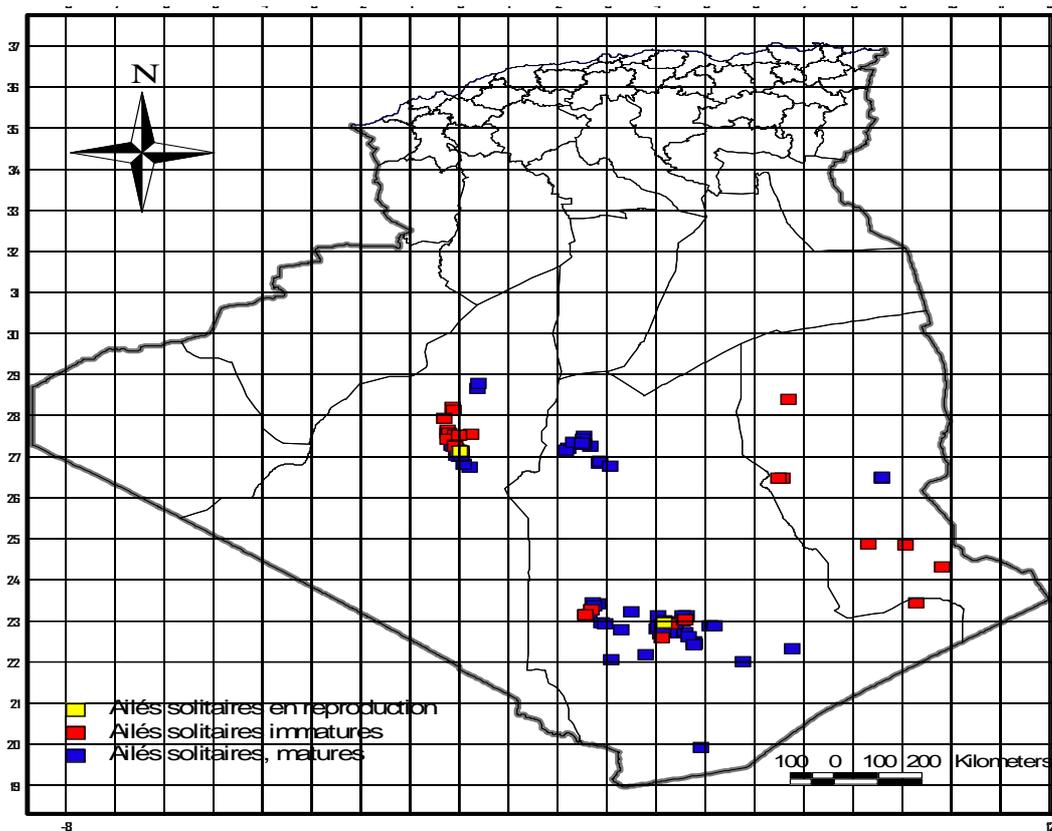


Figure 51 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase hivernale 2008 dans le sud algérien

IV.1.3.2- Phase printanière (avril, mai et juin 2008)

Durant la période s'étalant d'avril à mai 2008, la prospection a touché cinq wilayate sahariennes : Tamanrasset, Illizi, Adrar, Bechar et Tindouf, (Fig.52).

IV.1.3.2.1- Conditions météorologiques

Cette période a été caractérisée par une absence de pluie sur les régions du Sahara, notamment les régions concernées par la reproduction printanière du fléau acridien

IV.1.3.2.2- Conditions écologiques

La prospection effectuée au niveau des régions du Sahara central, montrent que les conditions écologiques de végétation et d'humidité sont défavorables. Cependant, au niveau de la région de l'Ahnet et les zones d'accumulation et d'épandage des principaux Oueds d'Amassine et Timesskine, la végétation se maintient toujours verte.

IV.1.3.2.3- Situation acridienne

Durant Avril et Juin, les équipes opérant au niveau de la Wilaya de Tamanrasset ont repéré des populations acridiennes dans le secteur du Mouydir et de l'Ahnet dans les oueds Amassine au point : 24 40N 02 44E et Timesskine au point 25 28N 03 14E. Les infestations interceptées sont composées d'ailés matures et de larves, à l'état solitaire et transiens avec une densité de 1500 à 3000 individus à l'hectare sur une superficie totale de 1150 ha. Dès le début de juin, d'autres présences d'ailés immatures dispersés ont été également localisées au sud de l'Ahnet. De même, des reproductions ont été signalées durant la même période dans la région d'In Belbel et les périmètres irriguées (W. d'Adrar) sur une superficie totale de 1250 ha, (Fig.53).

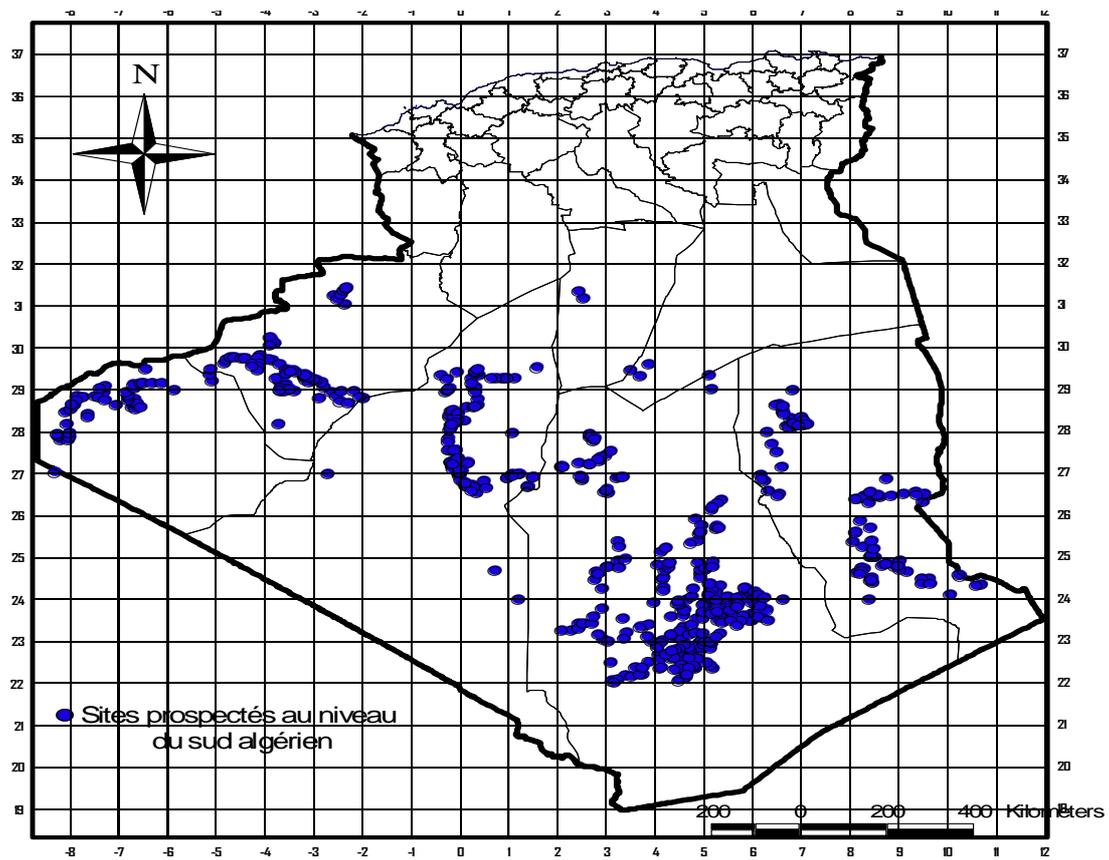


Figure 52 : Régions couvertes par la prospection durant la phase printanière 2008 dans le sud algérien

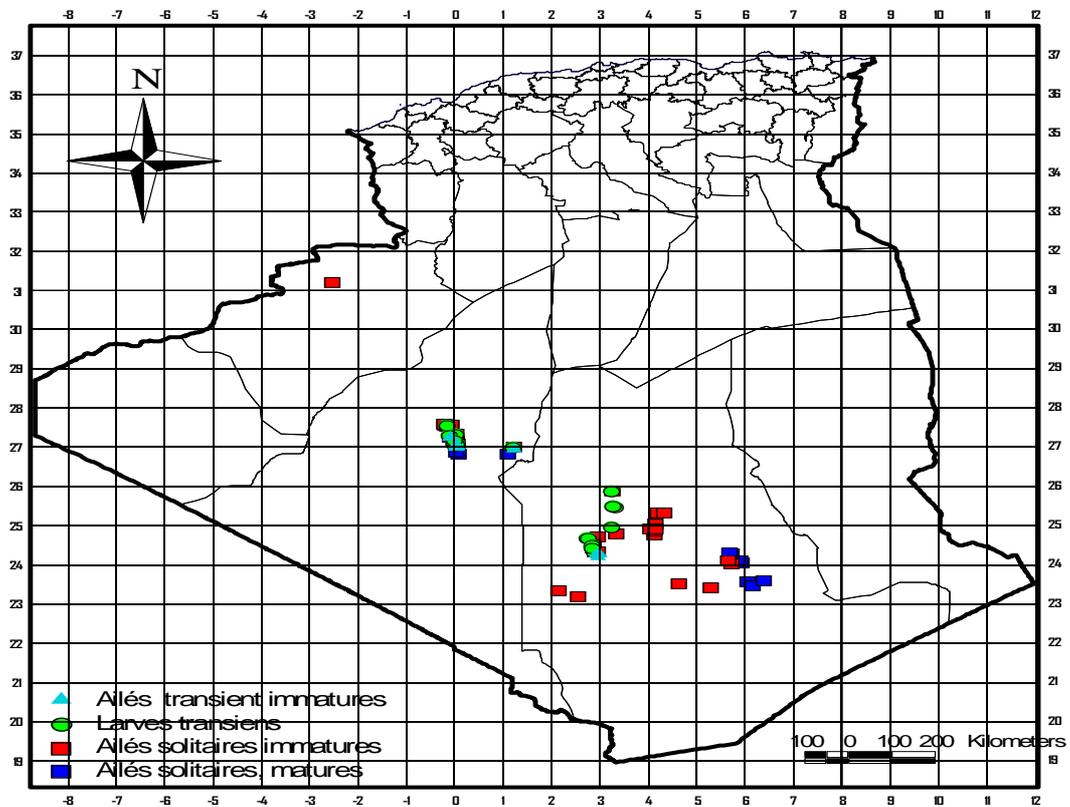


Figure 53 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase printanière 2008 dans le sud algérien

IV.1.3.3- Phase estivale (juillet, août et septembre 2008)

Durant la période s'étalant de juillet à septembre 2008, la prospection a touché trois wilayate sahariennes : Tamanrasset, Illizi et Adrar, (Fig.54).

IV.1.3.3.1- Conditions météorologiques

Durant cette période, une intense activité pluvio-orageuse a été observée sur l'extrême sud du pays. C'est une échappée du front intertropical (F.I.T) qui a donné une pluviométrie exceptionnelle provoquant l'écoulement de plusieurs oueds de la région. Le cumul des pluies enregistrées se présentent comme suit : Timiaouine 47 mm, Tin Zaouatin 33 mm, Bordj Badji Mokhtar 27 mm, Assekrem 21 mm, In Guezzam 05 mm

IV.1.3.3.2- Conditions écologiques

La prospection effectuée au niveau des régions du Sahara central a montré que les conditions écologiques de végétation et d'humidité sont défavorables.

IV.1.3.3.3- Situation acridienne

La prospection au niveau des zones sahariennes, a permis de repérer plusieurs présences acridiennes au niveau des périmètres irrigués de la Wilaya d'Adrar où sévit un microclimat particulier. L'infestation la plus importante au plan densité et qui a fait objet d'intervention, a été localisée au point géographique (28 35 45 N 00 16 07 E) sur une superficie de 15 ha, composées de larves solitaires à différents stades avec une densité de 700 individus à l'hectare. Ailleurs, aucune signalisation n'a été enregistrée, (Fig.55).

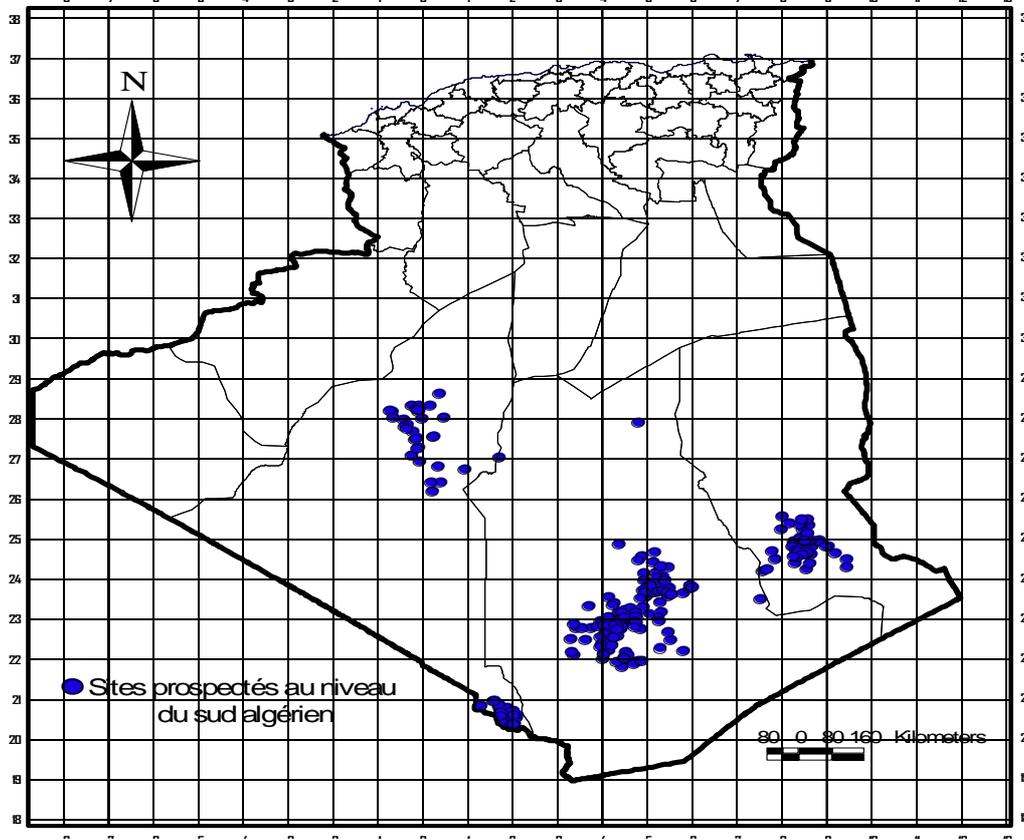


Figure 54 : Régions couvertes par la prospection durant la phase estivale 2008 dans le sud algérien

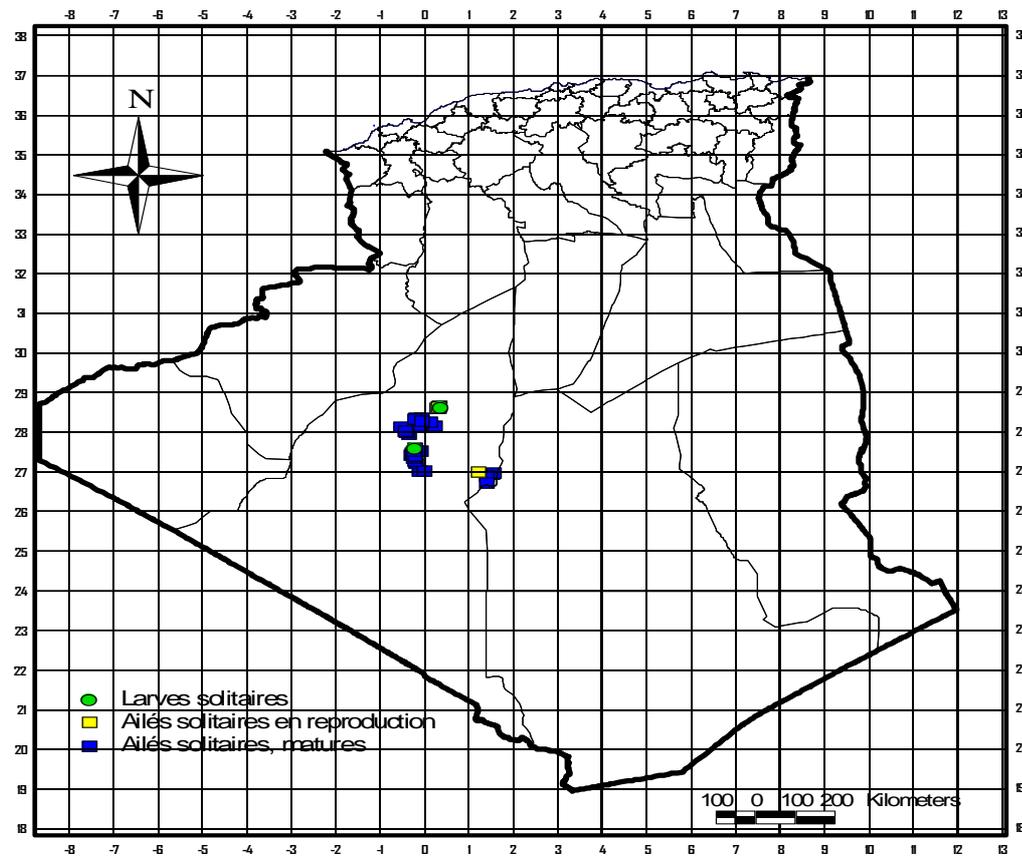


Figure 55 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase estivale 2008 dans le sud algérien

IV.1.3.4- Phase automnale (Octobre, novembre et décembre 2008)

Durant la période s'étalant d'octobre à décembre 2008, la prospection a touché quatre wilayate sahariennes : Tamanrasset, Illizi, Béchar et Adrar, (Fig.56).

IV.1.3.4.1- Conditions météorologiques

Au cours de cette période, le Sahara méridional a bénéficié d'une activité pluvio-orageuse relativement importante par rapport aux années précédentes. Elle a intéressé particulièrement les régions de l'extrême sud du pays. Les quantités de pluie enregistrées sont les suivantes : Assekrem 24 mm, Gara Djebilet 16 mm, Tindouf, 9 mm et Timiaouine 3 mm

IV.1.3.4.2- Conditions écologiques

Les prospections menées durant cette période dans les zones de reproduction potentielles de l'extrême sud, notamment dans les Wilayate de Tamanrasset, d'Adrar et Illizi, montrent que les conditions écologiques de végétation et d'humidité édaphique sont extrêmement favorables au développement du criquet au niveau des Oueds de Timiaouine (*20 58N 01 35E, 20 50N 01 32E*) et Bordj Badji Mokhtar (*21 60N 01 00E, 21 11N 01 09E*). Cependant, au niveau du versant sud du Hoggar (Oued Tin Tarabine, *19 53N 05 52 E, 19 41N 05 50 E*) la végétation est totalement sèche.

IV.1.3.4.3- Situation acridienne

La prospection au niveau des zones sahariennes, a permis de repérer des reproductions, à Bordj Badji Mokhtar et Tin Zaouatin, au niveau des frontières avec le Mali et le Niger. Il s'agit d'une infestation composée de larves solitaires à différents stades d'une densité de 800 individus à l'hectare mélangé à des ailés solitaires matures, (Fig.57).

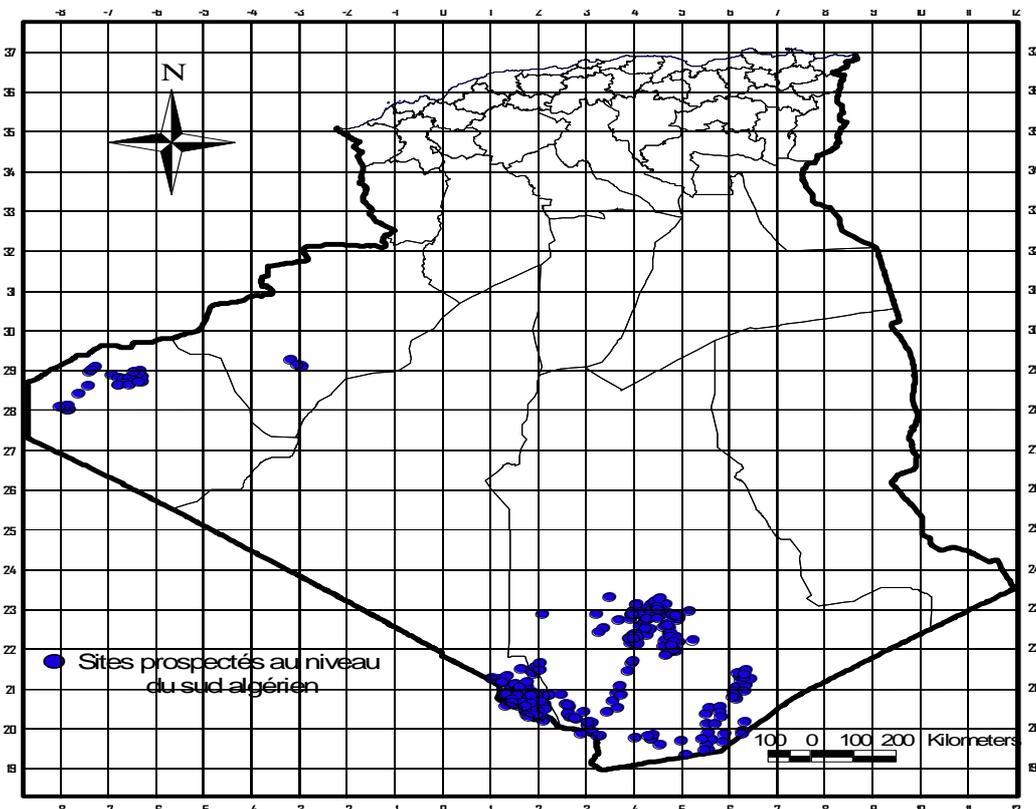


Figure 56 : Régions couvertes par la prospection durant la phase automnale 2008 dans le sud algérien

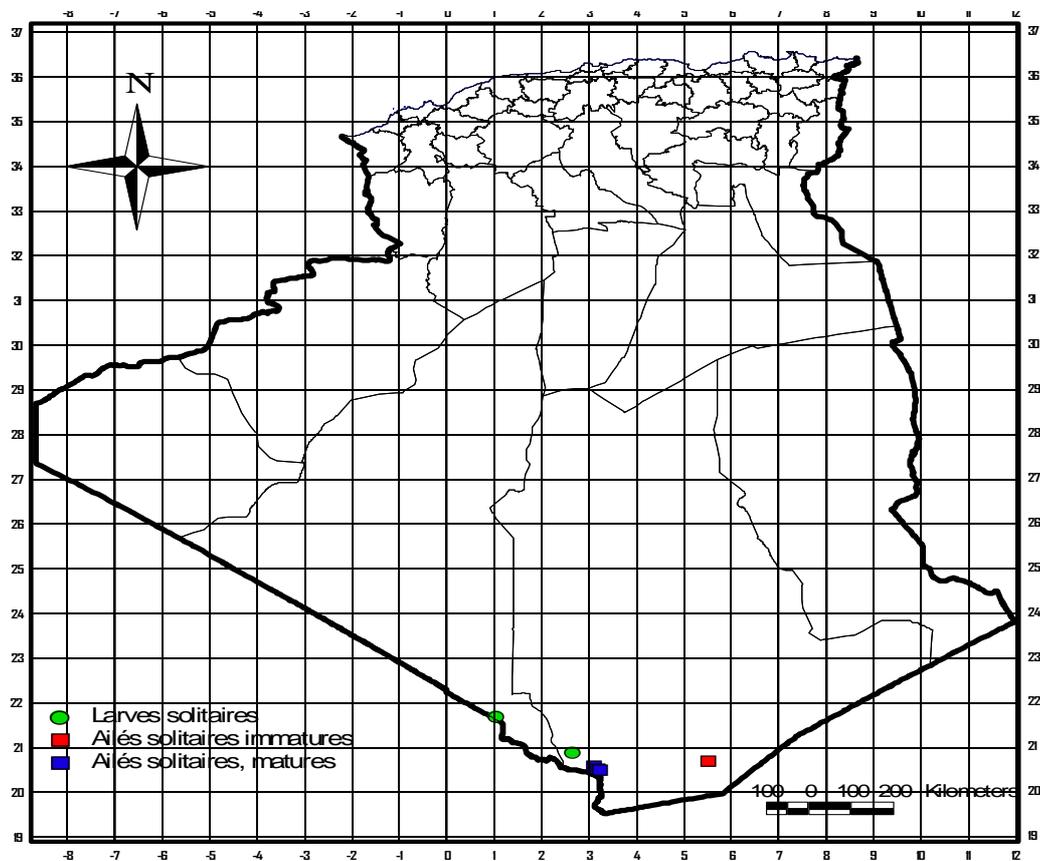


Figure 57 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase automnale 2008 dans le sud algérien

IV.1.4- Distribution des signalisations au niveau du Sahara Algérien durant l'année 2009

IV.1.4.1- Phase hivernale (janvier, février et mars 2009)

Durant la période s'étalant de janvier à mars 2009, la prospection a touché les cinq wilayate sahariennes de Tamanrasset, Illizi, Béchar, Tindouf et Adrar, (Fig.58).

IV.1.4.1.1- Conditions météorologiques

La période hivernale de 2009 n'a pas connu d'activité pluvieuse importante. Elle a été caractérisée seulement par une faible chute de pluie en mois de mars sur les régions de Djanet (1mm) et Béchar (2mm). Les températures ont connu des variations importantes.

IV.1.4.1.2- Conditions écologiques

Les données écologiques montrent que la région Sud-Ouest du pays présente une situation écologique de végétation et d'humidité édaphique extrêmement favorable. Cependant, au niveau de l'ensemble des zones de Tamanrasset et d'Illizi, le couvert végétal est en dessèchement avancé.

IV.1.4.1.3- Situation acridienne

Signalisations insignifiantes de criquet au niveau des périmètres agricoles d'Adrar aux points (27 15N 00 07W, 27 18N 00 06W, 29 40N 01 57W et 29 09N 01 03W), Oued Saoura et au niveau d'Illizi au point (24 35N 08 07E). Il s'agit d'individus solitaires épars, matures et immatures. , (Fig.59).

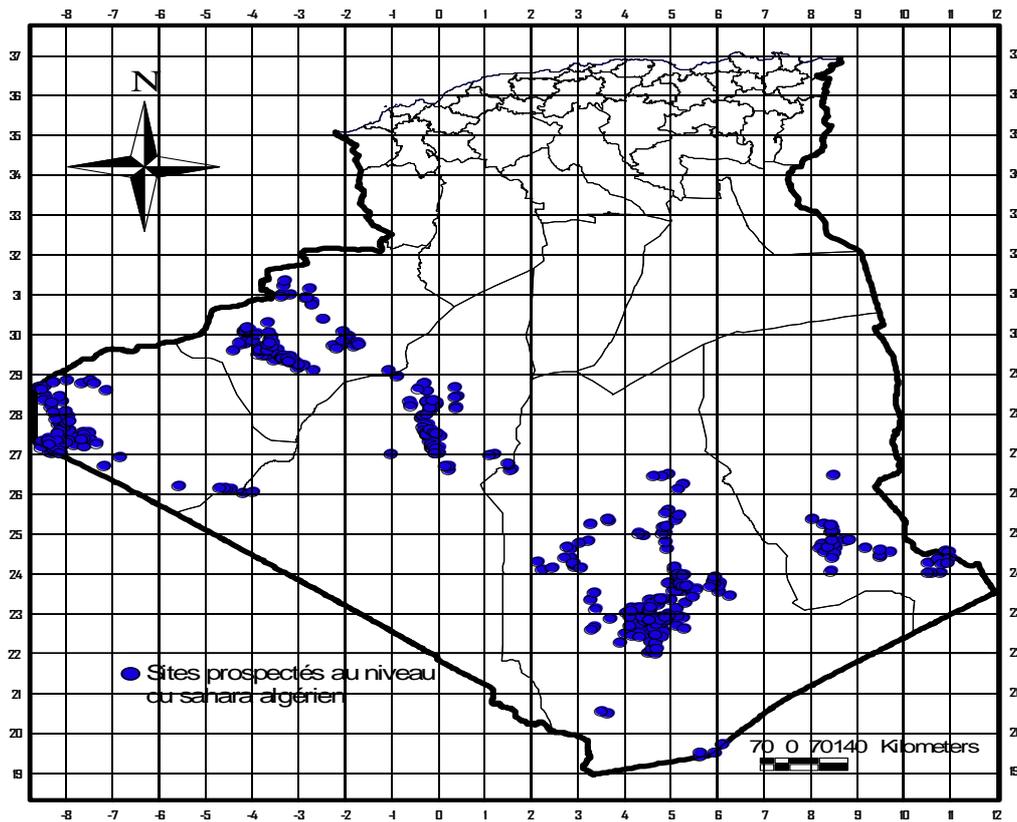


Figure 58 : Régions couvertes par la prospection durant la phase hivernale 2009 dans le sud algérien

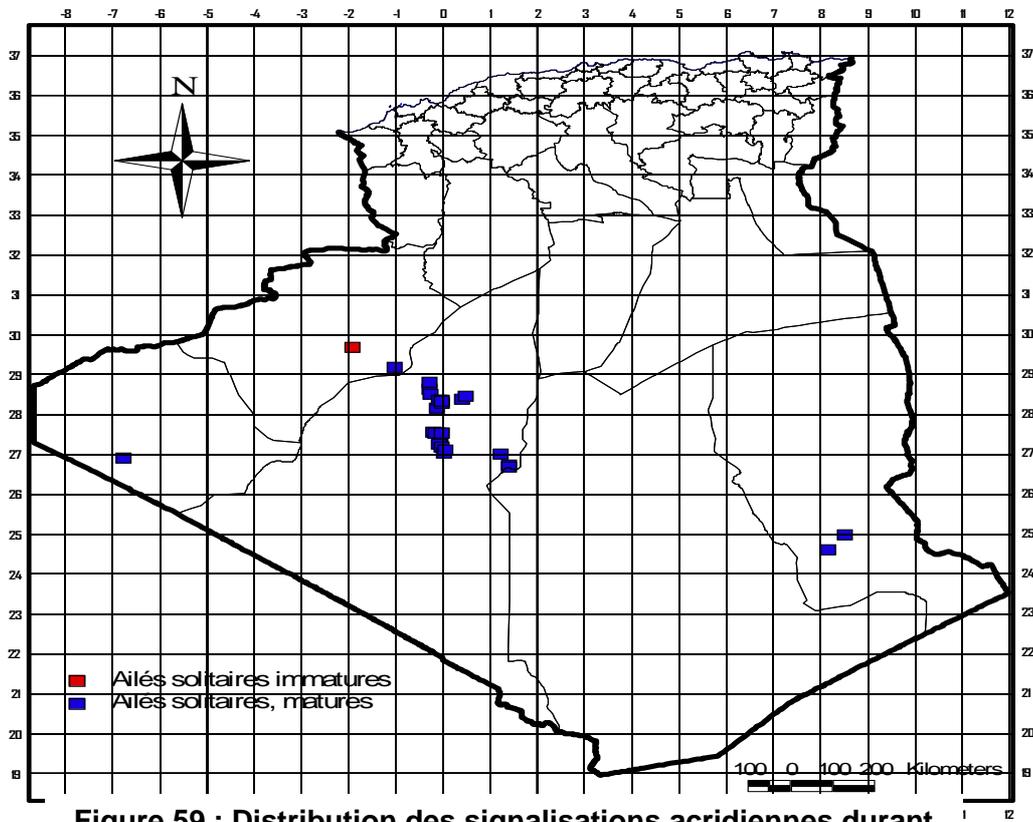


Figure 59 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase hivernale 2009 dans le sud algérien

IV.1.4.2- Phase printanière (Avril, mai, juin 2009)

Durant la période s'étalant d'avril à juin 2009, la prospection a touché toutes les wilayate de l'extrême sud : Tamanrasset, Béchar, Tindouf, Illizi et Adrar, (Fig.60).

IV.1.4.2.1- Conditions météorologiques

Caractérisé par une activité pluvio-orageuse sur les régions Sud-ouest et Sahara central en mois d'avril, générant des pluies importantes : Bechar 20 mm, Tindouf 32 mm et Adrar 8 mm. Une autre activité pluvio-orageuse a touché la région de Tamanrasset générant des pluies relativement importantes : Tiririne 24mm, Tin Tarabine 12mm, Tadant 6 mm et Asskrem 2 mm

IV.1.4.2.2- Conditions écologiques

La région Sud-ouest a été caractérisée par des conditions écologiques extrêmement favorables au criquet, notamment dans la vallée de la Saoura et le Nord-Ouest de Tindouf. Cependant, au niveau de Tamanrasset et d'Illizi, la végétation est en dessèchement avancé dans la quasi-totalité des zones prospectées

IV.1.4.2.3- Situation acridienne

Durant le mois d'Avril des ailés solitaires matures sont signalés dans le versant sud ouest du Hoggar. En fin Mai et début juin, plusieurs infestations acridiennes au niveau de Oued El Botha (Wilaya de Tamanrasset) au point 26 28N 03 30E et au niveau de In Abelbel (Wilaya d'Adrar) aux points 27 52N 01 10E et 27 48N 01 08E. La superficie infestée pour les deux régions a été estimée à 2640ha. Les populations acridiennes localisées étaient composées d'un mélange de larves et d'ailés solitaires avec des densités de 500 à 600 adultes par hectare et 5 à 10 larves par m². Des solitaires matures et immatures ont été également signalés à Illizi et Béchar, (Fig.61). Ailleurs aucune signalisation n'a été enregistrée.

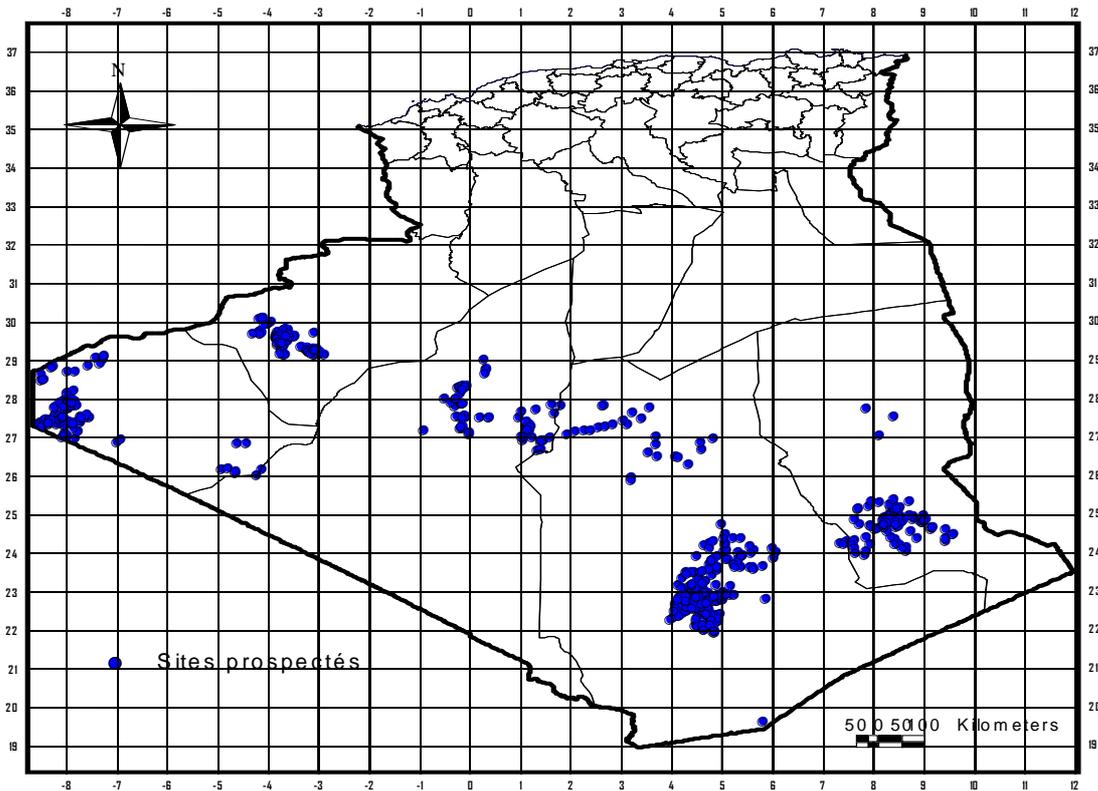


Figure 60 : Régions couvertes par la prospection durant la phase printanière 2009 dans le sud algérien

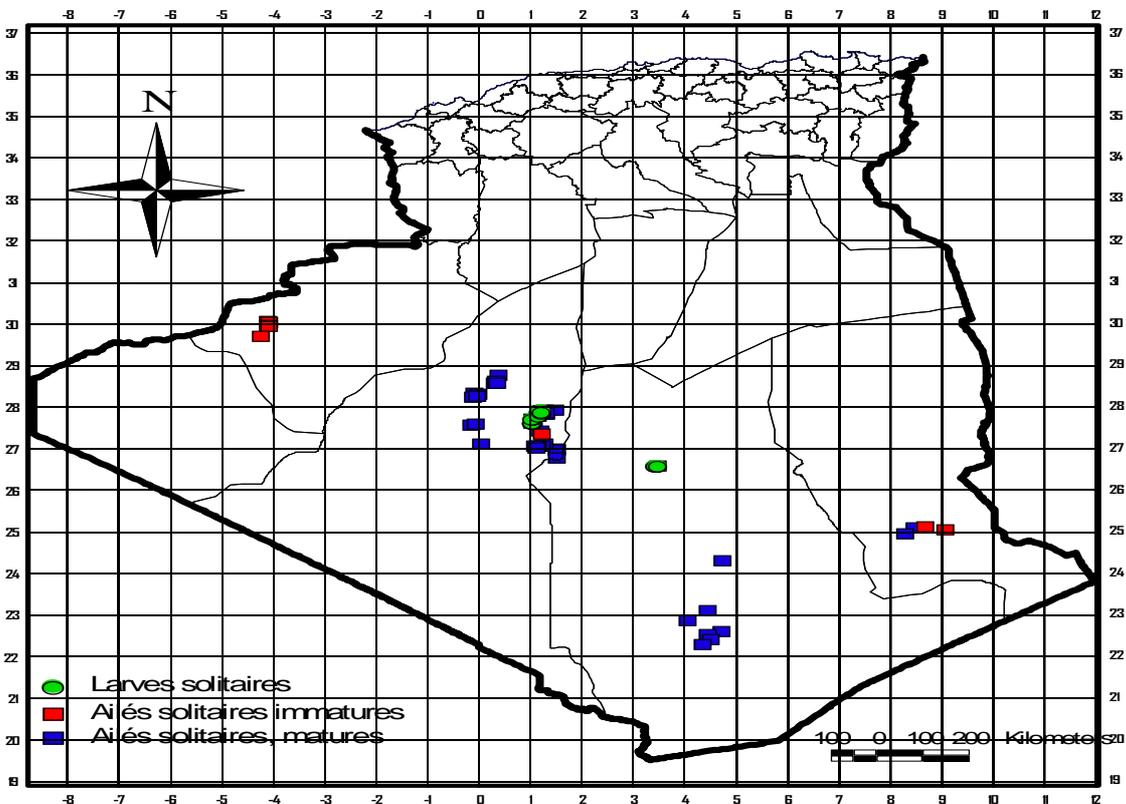


Figure 61 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase printanière 2009 dans le sud algérien

IV.1.4.3- Phase estivale (juillet, août et septembre 2009)

Durant la période s'étalant de juillet à septembre 2009, la prospection a touché quatre wilayate sahariennes : Tamanrasset, Adrar, Bechar et Tindouf, (Fig.62).

IV.1.4.2.1- Conditions météorologiques

Au mois de Juillet, les incursions du Front Inter Tropical dans l'extrême sud algérien, ont généré des pluies sur les régions sud ouest du Hoggar (*W. Tamanrasset*) et Bordj Badji Mokhtar (*W. d'Adrar*).

Au mois de Septembre, une activité pluvio-orageuse a touché l'ensemble des wilayate sahariennes, provoquant l'écoulement de plusieurs oueds : Tamanrasset (Asskrem 17 mm, Tin Tarabine 19 mm, In Salah 3 mm et Tin Zaouatin 5 mm) et dans la wilaya d'Illizi (Bordj El Haoues 24 mm et Illizi 13 mm)

IV.1.4.2.2- Conditions écologiques

Les pluies enregistrées en fin de Juillet sur l'extrême sud algérien ont favorisé l'installation de la végétation. En effet, au niveau des zones d'In Guezzam et de Tin Zaouatin (*Wilaya de Tamanrasset*), la végétation est au stade, jeunes pousses.

IV.1.4.2.3- Situation acridienne :

En début de juillet, plusieurs signalisations acridiennes insignifiantes d'ailés solitaires immatures, en vol dispersé, ont été enregistrées au niveau de Béchar (bande frontalière avec le Maroc). D'autres signalisations d'ailés solitaires matures ont été notées à Tindouf, à l'ouest et l'extrême sud d'Adrar et à l'extrême sud de Tamanrasset, (Fig.63).

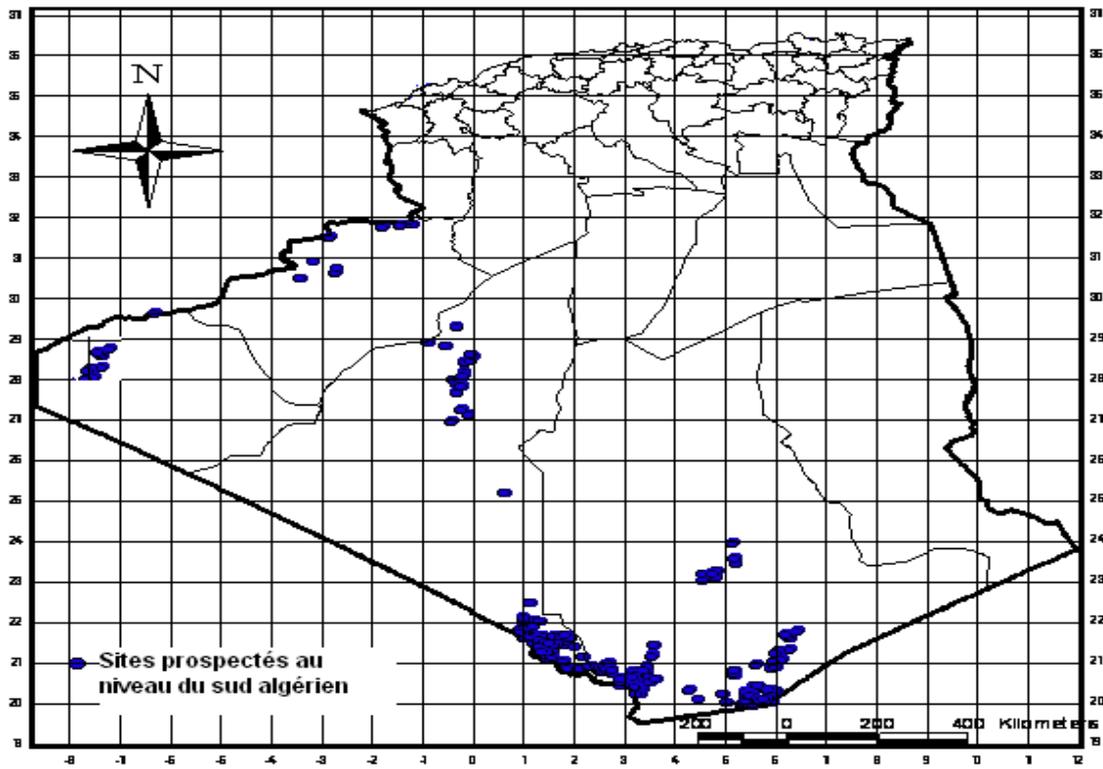


Figure 62 : Régions couvertes par la prospection durant la phase estivale 2009 dans le sud algérien

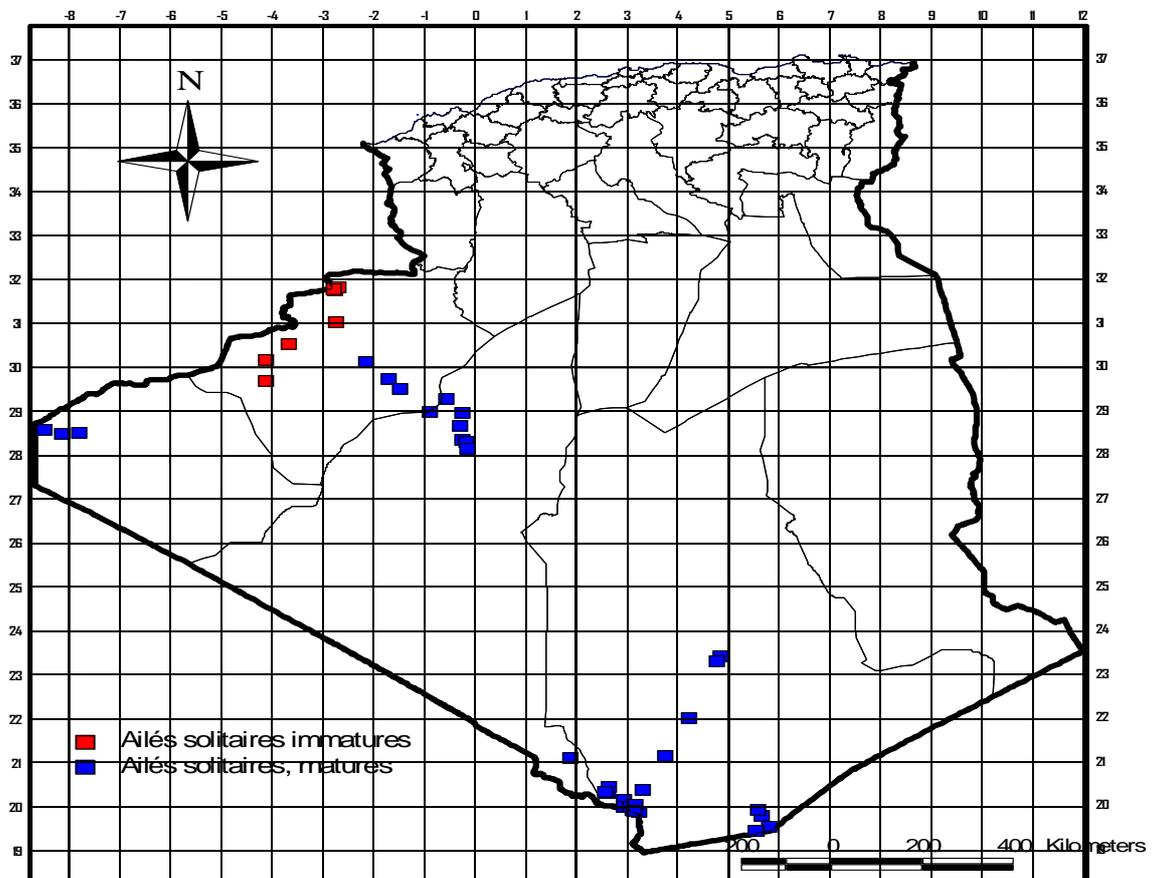


Figure 63 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase estivale 2009 dans le sud algérien

IV.1.4.4- Phase automnale (octobre, novembre et décembre 2009)

Durant la période s'étalant d'octobre à décembre 2009, la prospection a touché cinq wilayate sahariennes : Tamanrasset, Adrar, Bechar, Illizi et Tindouf, (Fig.64).

IV.1.4.4.1- Conditions météorologiques

Une légère activité pluvio-orageuse a touché la région sud ouest générant des pluies

IV.1.4.4.2- Conditions écologiques

Les conditions écologiques de végétation et d'humidité sont toujours favorables à la survie et à la reproduction du criquet pèlerin au niveau de l'ensemble des sites prospectés du Hoggar, d'In Guezzam et Tin Zaouatin (*W. de Tamanrasset*) et de Bordj Badji Mokhtar (*W. d'Adrar*).

IV.1.4.4.3- Situation acridienne

Des signalisations acridiennes insignifiantes d'individus solitaires matures et immatures ont été également enregistrées au niveau de Oued Tintarabine aux points : 19 45N 05 31E ; 19 43N 05 34E et au niveau de Chenachène dans la wilaya de Tindouf aux points : 26 10N 04 54W ; 26 22N 05 12W.

Au niveau de Bordj Badji Mokhtar (Wilaya d'Adrar) aux points : 21 23 36N 01 02 43E et 21 05 59N 01 31 40E des ailés matures et immatures (de 01 à 02 individus /site) ont été enregistrées, (Fig.65).

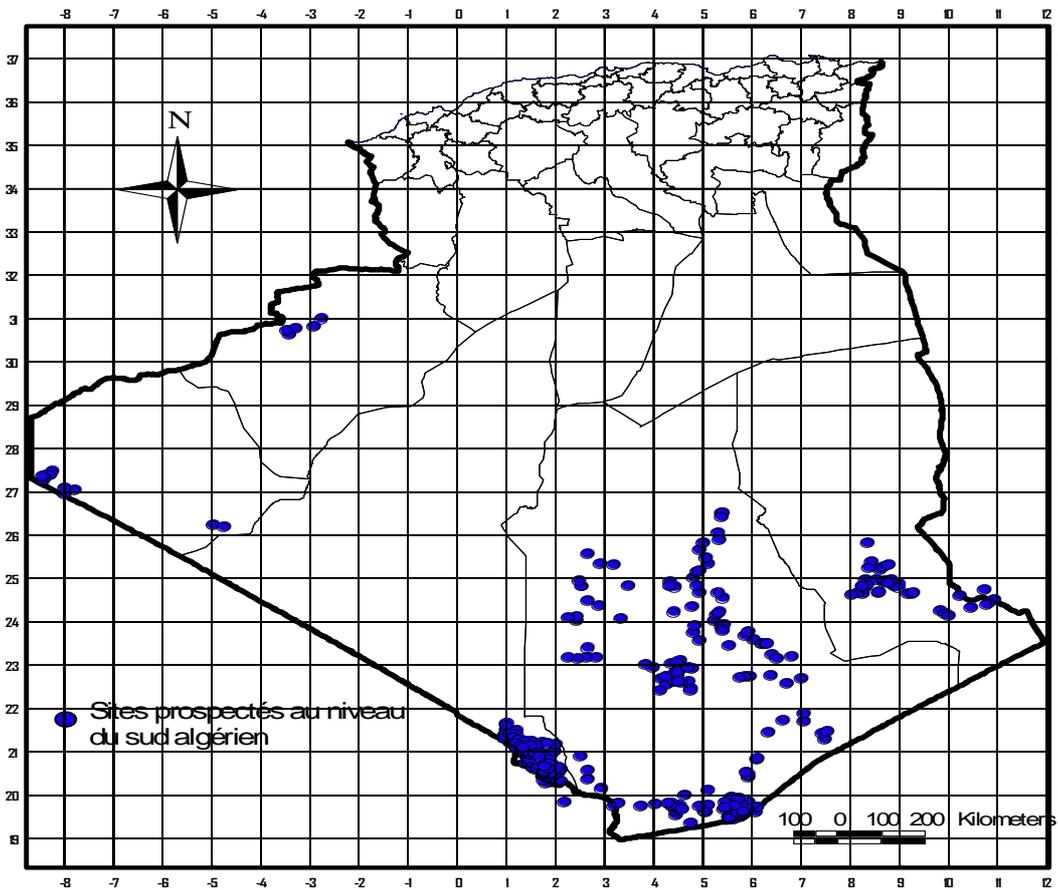


Figure 64 : Régions couvertes par la prospection durant la phase automnale 2009 dans le sud algérien

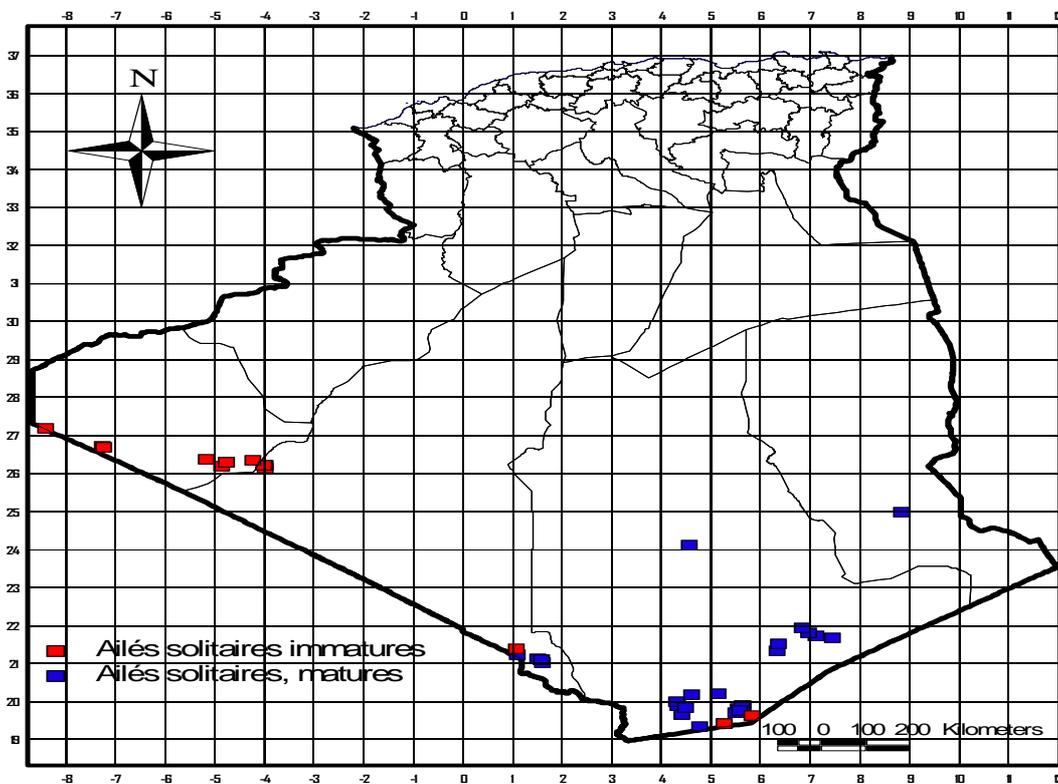


Figure 65 : Distribution des signalisations acridiennes durant la phase automnale 2009 dans le sud algérien

IV.2- Résultats des études morphométriques des individus capturés dans les différentes stations d'étude

Les indices morphométriques constituent des éléments qui renseignent sur la tendance des populations acridiennes vers l'une ou l'autre des deux phases. Les plus communément utilisés sont E/F et F/C (*E : Longueur élytre, F : Longueur fémur, C : largeur maximale de la tête*). Les criquets grégaires sont caractérisés par E/F plus élevé et F/C plus faible par rapport à ceux des solitaires. En effet, chez les criquets solitaires, c'est le rapport F/C qui est plus élevé et E/F plus faible par rapport à ceux des grégaires (Meinzingen, 1993) in (Moumen, 2002). Afin de comprendre réellement le comportement des populations acridiennes, particulièrement en phase de rémission, dans divers biotopes et diverses régions, des mesures morphométriques ont été effectuées sur des individus ailés issus des infestations acridiennes relativement denses.

IV.2.1- Caractéristiques morphométriques des individus mâles et femelles capturés au Nord du Mouydir (*Oued El Botha*) W. de Tamanrasset en mai 2009 :

Les résultats relatifs aux différentes mesures réalisées sur l'Elytre (E), le Fémur (F) et la capsule céphalique (C) et ainsi que les rapports morphométriques (E/F) et (F/C) sont consignés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 14 : Mesures morphométriques des mâles

<i>Individu</i>	<i>Longueur Elytre</i>	<i>Longueur Fémur</i>	<i>Largeur Capsule Céphalique</i>	<i>E/F</i>	<i>F/C</i>
1	5,23	2,42	0,61	2,16	3,97
2	5,46	2,68	0,69	2,04	3,88
3	5,52	2,44	0,69	2,26	3,54
4	5,23	2,35	0,61	2,23	3,85
5	5,1	2,42	0,62	2,11	3,90
6	5,03	2,47	0,6	2,04	4,12
7	5,22	2,43	0,6	2,15	4,05
8	5,1	2,47	0,67	2,06	3,69
Moyenne				2,13	3,87
Ecartype				0,07	0,17

Tableau 15 : Mesures morphométriques des femelles

<i>Individu</i>	<i>Longueur Elytre</i>	<i>Longueur Fémur</i>	<i>Largeur Capsule Céphalique</i>	<i>E/F</i>	<i>F/C</i>
1	6,57	3,12	0,80	2,11	3,90
2	6,04	2,97	0,76	2,03	3,91
3	6,05	2,94	0,70	2,06	4,20
4	5,53	2,99	0,72	1,85	4,15
5	6,14	2,93	0,62	2,10	4,26
6	6,15	2,82	0,75	2,18	3,76
7	6,44	3,01	0,71	2,14	4,24
8	6,18	2,91	0,73	2,12	3,99
9	6,06	2,90	0,73	2,09	3,97
10	6,10	2,93	0,76	2,08	3,86
11	5,90	2,66	0,66	2,22	4,03
12	5,80	2,86	0,63	2,03	4,04
13	6,25	2,88	0,70	2,17	4,11
Moyenne		2,09	4,03		
Ecartype		0,09	0,14		

Les individus étudiés proviennent d'une station située dans la région du Hoggar, plus précisément au nord du Mouydir à Oued El Botha. L'échantillon est constitué de 8 mâles et 13 femelles capturés dans une infestation acridienne signalée durant le mois de mai 2009. Il s'agit d'une infestation composée d'un mélange de larves L5 et de jeunes ailés de faible densité, évaluée à 500 individus par hectare, sur une superficie totale de 460 ha.

Les rapports morphométriques (E/F) et (F/C) établis sur les individus capturés, comparés à ceux portés sur la table de Dirsh (1953) et rapportés sur l'abaque morphométrique, ont permis d'obtenir une moyenne des rapports (E/F) des mâles égale à $(2,13 \pm 0,07)$ située dans l'intervalle des transiens et une moyenne des rapports de (F/C) égale à $(3,87 \pm 0,17)$ située dans l'intervalle des solitaires.

La comparaison des moyennes obtenues pour les mâles à celles portées dans la table de Dirsh, 1953, nous renseigne qu'ils sont de statut transiens.

Concernant les femelles, la comparaison de leur moyenne à celles de la table de Dirsh (1953), indique que les deux rapports $(E/F) = (2,09 \pm 0,09)$ et $(F/C) = (4,03 \pm 0,14)$

sont situés les deux dans l'intervalle des solitaires. A cet effet, le statut des femelles dans cette population concorde parfaitement avec ceux de la phase solitaire.

L'apport des différentes caractéristiques morphométriques sur l'abaque morphométrique de Rungs (1956) in (Duranton et Lecoq, 1990), nous renseigne que cette population acridienne repérée au niveau du Nord du Mouydir est de statut transiens avec la présence de quatre femelles dans le cadre des solitaires, (Fig.66).

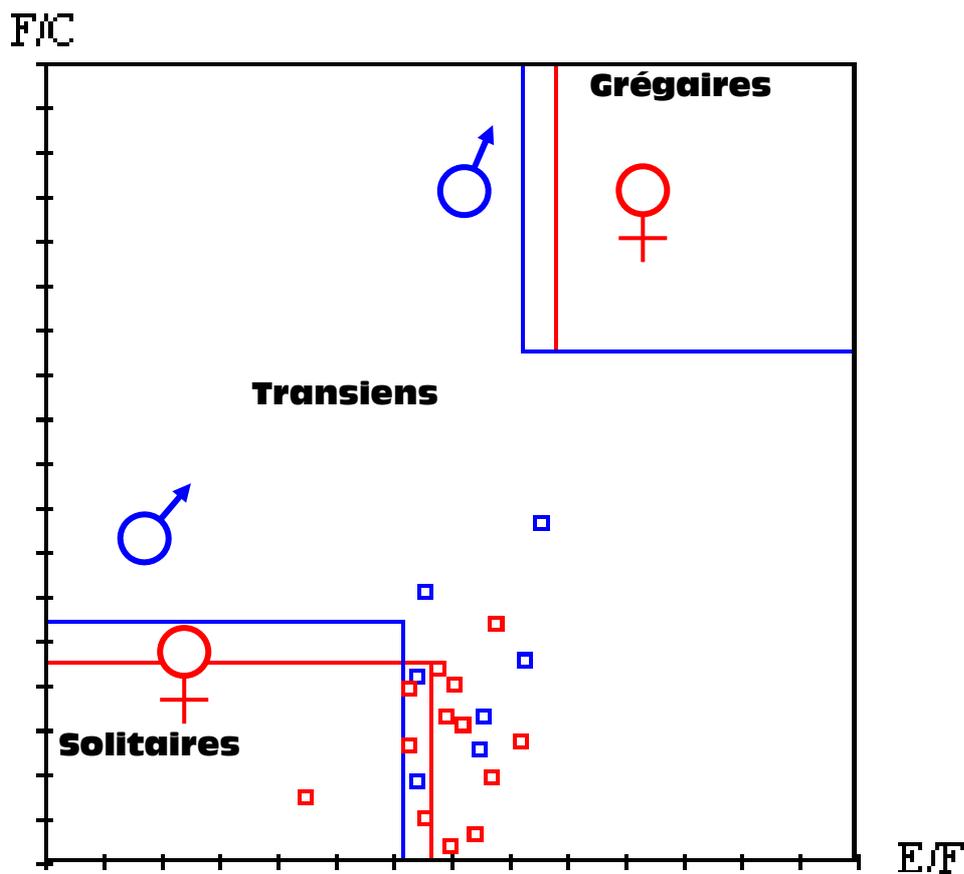


Figure 66 : Représentation des rapports E/F et F/C des populations capturées au Nord du Hoggar (Oued El Botha) en mai 2009

IV.2.2- Caractéristiques morphométriques des individus capturés à Oued Amded dans la W. de Tamanrasset en Novembre 2010

Les résultats relatifs aux différentes mesures réalisées sur l'Elytre (E), le Fémur (F) et la capsule céphalique (C) et ainsi que les rapports morphométriques (E/F) et (F/C) sont consignés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 16 : Mesures morphométriques des mâles

<i>Individu</i>	<i>Longueur Elytre</i>	<i>Longueur Fémur</i>	<i>Largeur Capsule Céphalique</i>	<i>E/F</i>	<i>F/C</i>
1	5,4	2,7	0,69	2,00	3,91
2	5,4	2,7	0,69	2,00	3,91
3	5,8	2,8	0,68	2,07	4,12
4	5,4	2,7	0,68	2,00	3,97
5	5,7	2,6	0,68	2,19	3,82
6	5,6	2,8	0,69	2,00	4,06
7	5,7	2,7	0,69	2,11	3,91
8	5,6	2,6	0,7	2,15	3,71
9	5,7	2,8	0,69	2,04	4,06
10	5,44	2,7	0,68	2,01	3,97
Moyenne				2,06	3,95
Ecartype				0,07	0,11

Tableau 17 : Mesures morphométriques des femelles

<i>Individu</i>	<i>Longueur Elytre</i>	<i>Longueur Fémur</i>	<i>Largeur Capsule Céphalique</i>	<i>E/F</i>	<i>F/C</i>
1	6,83	3	0,78	2,28	3,85
2	6,73	3	0,79	2,24	3,80
3	6,54	3	0,76	2,18	3,95
4	6,7	3,23	0,78	2,07	4,14
5	6,9	2,96	0,79	2,33	3,75
6	6,5	3,1	0,79	2,10	3,92
7	6,5	3,11	0,79	2,09	3,94
8	6,6	3,1	0,79	2,13	3,92
9	6,7	3	0,78	2,23	3,85
10	6,4	3,1	0,76	2,06	4,08
11	6,66	3,1	0,78	2,15	3,97
12	6,2	3,2	0,79	1,94	4,05
13	6,1	3,2	0,78	1,91	4,10
14	6,3	2,9	0,78	2,17	3,72
15	6,52	3,4	0,78	1,92	4,36
16	6,5	3	0,79	2,17	3,80
17	6,4	3	0,77	2,13	3,90
Moyenne				2,12	3,95
Ecartype				0,12	0,16

Les individus de cet échantillon sont issus d'une station située à Oued Amded, dans le versant sud ouest du Hoggar durant le mois de Novembre 2010. Les mesures des

caractéristiques morphométriques ont été réalisées sur un échantillon de 27 individus dont 10 mâles et 17 femelles.

Il s'agit d'une population d'ailés immatures clairsemés au niveau de Oued Ameded dans une végétation composée principalement de *Schouwia purpurea* et *Citrilus Colocynthis*. La densité moyenne varie, par site, entre 50 à 70 par hectare selon les sites. En comparant les moyennes des rapports morphométriques E/F et F/C des individus étudiés avec ceux de Dirsh (1953), nous remarquons que le rapport E/F des mâles est égale à $2,06 \pm 0,07$ situé dans l'intervalle des solitaires et le rapport F/C égal à $3,95 \pm 0,11$ est situé également dans l'intervalle des solitaires. Pour les femelles, la comparaison du rapport E/F qui est de $2,12 \pm 0,12$ indique qu'elles sont de statut transiens avec une tendance vers la phase solitaire, du fait que la moyenne des rapports (F/C) est égale à $3,95 \pm 0,16$ placé dans l'intervalle des solitaires. De ce fait, on peut dire que cette population acridienne de Oued Ameded est de statut solitaire. L'apport des différentes caractéristiques morphométriques sur l'abaque morphométrique de Rungs (1956) in (Duranton et Lecoq, 1990), nous renseigne que la quasi-totalité de la population est de statut transiens avec la présence de 5 mâles et 4 femelles, solitaires, (Fig.67).

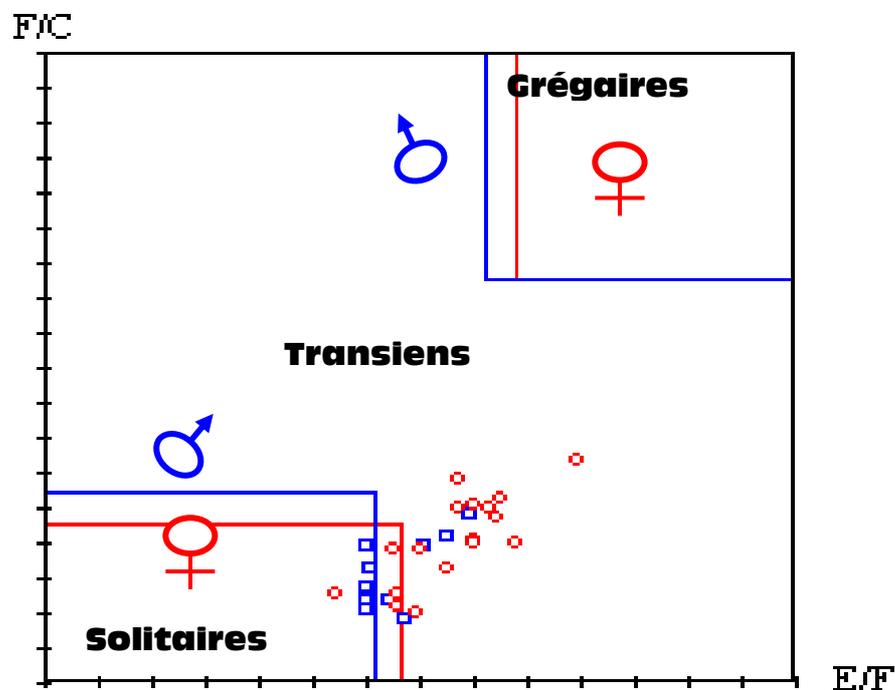


Figure 67 : Représentation des rapports E/F et F/C des individus acridiens capturés au niveau de la région Oued Ameded, Wilaya de Tamanrasset en mois de Novembre 2010

IV.2.3- Caractéristiques morphométriques des individus capturés au Nord d'In Belbel dans la W. d'Adrar en Mai 2009

Les résultats relatifs aux différentes mesures réalisées sur l'Elytre (E), le Fémur(F) et la capsule céphalique (C) et ainsi que les rapports morphométriques (E/F) et (F/C) sont consignés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 18 : Mesures morphométriques des mâles

<i>Individu</i>	<i>Longueur Elytre</i>	<i>Longueur Fémur</i>	<i>Largeur Capsule Céphalique</i>	<i>E/F</i>	<i>F/C</i>
1	5,43	2,7	0,66	2,01	4,09
2	5,59	2,72	0,7	2,06	3,89
3	5,7	2,72	0,68	2,10	4,00
4	5,61	2,44	0,61	2,30	4,00
5	5,44	2,51	0,66	2,17	3,80
6	5,48	2,51	0,66	2,18	3,80
7	5,4	2,49	0,66	2,17	3,77
8	5,31	2,61	0,68	2,03	3,84
9	5,35	2,57	0,66	2,08	3,89
10	5,3	2,49	0,66	2,13	3,77
11	5,33	2,51	0,7	2,12	3,59
12	5,34	2,55	0,68	2,09	3,75
13	5,42	2,72	0,69	1,99	3,94
14	5,38	2,35	0,64	2,29	3,67
15	5,48	2,6	0,67	2,11	3,88
16	5,41	2,5	0,61	2,16	4,10
17	5,42	2,46	0,61	2,20	4,03
18	5,37	2,44	0,61	2,20	4,00
19	5,51	2,66	0,7	2,07	3,80
20	5,6	2,51	0,7	2,23	3,59
Moyenne				2,13	3,86
Ecartype				0,08	0,15

Tableau 19 : Mesures morphométriques des femelles

<i>Individu</i>	<i>Longueur Elytre</i>	<i>Longueur Fémur</i>	<i>Largeur Capsule Céphalique</i>	<i>E/F</i>	<i>F/C</i>
1	6,83	3	0,74	2,28	4,05
2	6,44	2,92	0,72	2,21	4,06
3	6,5	3	0,77	2,17	3,90
4	6,45	2,94	0,88	2,19	3,34
5	6,46	2,96	0,75	2,18	3,95
6	6,4	3,02	0,8	2,12	3,78
7	6,45	2,96	0,72	2,18	4,11
8	6,42	2,96	0,8	2,17	3,70
9	6,65	3	0,8	2,22	3,75
10	6,56	3,14	0,83	2,09	3,78
11	6,82	3,02	0,76	2,26	3,97
12	5,34	2,98	0,76	1,79	3,92
13	6,45	3	0,8	2,15	3,75
14	6,38	2,78	0,68	2,29	4,09
Moyenne				2,13	4,00
Ecartype				0,11	0,27

Les individus étudiés proviennent d'une infestation acridienne signalée en Mai 2009 dans la zone d'In Belbel, dans la wilaya d'Adrar. Cette population était formée de larves de stades âgés et de jeunes ailés. La densité de cette population était de 20 à 30 larves par m² et de 12 à 16 individus ailés par touffe.

Nous avons pris comme échantillon d'étude 34 individus dont 20 mâles et 14 femelles. Les différentes mesures morphométriques réalisées ont montré que la moyenne des rapports (E/F) des mâles et femelles sont respectivement à $2,13 \pm 0,08$ et $2,13 \pm 0,10$, placée dans l'intervalle des transiens. Cependant, la moyenne des rapports (F/C) des mâles et femelles sont respectivement de $3,86 \pm 0,14$ et $4,00 \pm 0,27$, située dans l'intervalle des solitaires. L'apport de ces différents rapports dans l'abaque morphométrique nous indique que cette population est hétérogène. Elle est caractérisée par un statut transiens avec présence de 03 individus dont 1 mâles et 2 femelles typiquement solitaires (Fig.68).

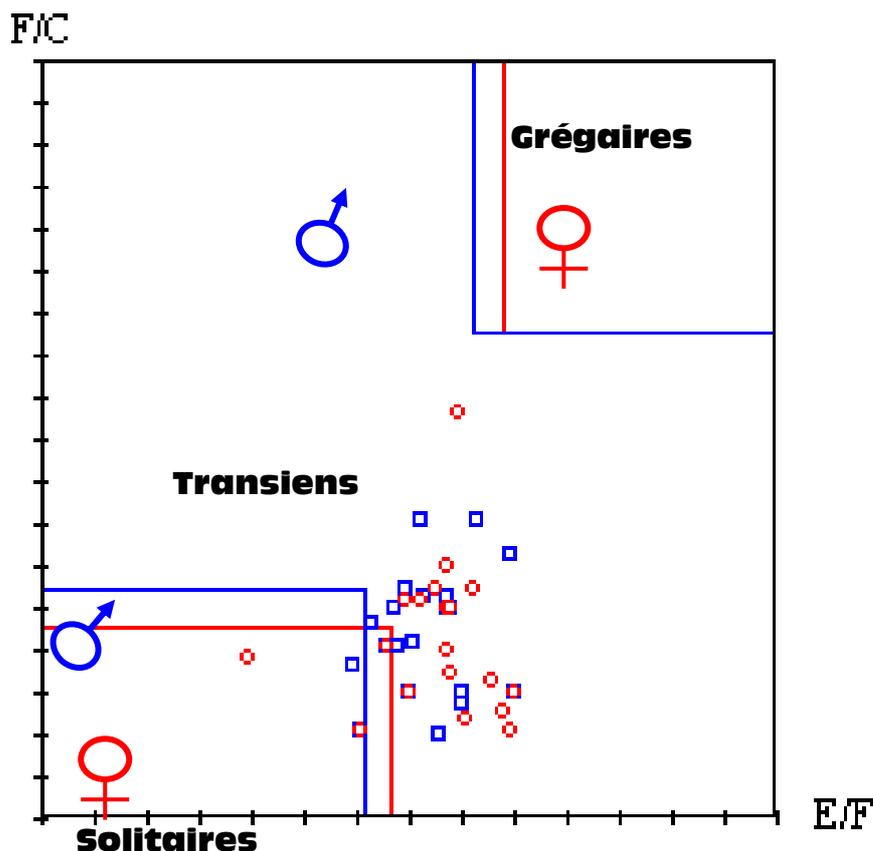


Figure 68 : Représentation des rapports E/F et F/C des individus acridiens capturés au niveau de la région Nord d'In Belbel, Wilaya d'Adrar en Mai 2009

IV.2.4- Caractéristiques morphométriques des individus capturés au Sud d'In Belbel dans la W. d'Adrar en Mai 2010

Les résultats relatifs aux différentes mesures réalisées sur l'Elytre (E), le Fémur(F) et la capsule céphalique (C) et ainsi que les rapports morphométriques (E/F) et (F/C) sont consignés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 20 : Mesures morphométriques des mâles

<i>Individu</i>	<i>Longueur Elytre</i>	<i>Longueur Fémur</i>	<i>Largeur Capsule Céphalique</i>	<i>E/F</i>	<i>F/C</i>
1	5,61	2,63	0,67	2,13	3,93
2	5,58	2,6	0,67	2,15	3,88
3	5,38	2,5	0,68	2,15	3,68
4	5,53	2,59	0,66	2,14	3,92
5	5,37	2,6	0,68	2,07	3,82
6	5,56	2,62	0,69	2,12	3,80
7	5,66	2,69	0,68	2,10	3,96
8	5,63	2,7	0,66	2,09	4,09
9	5,6	2,65	0,67	2,11	3,96
10	5,61	2,55	0,7	2,20	3,64
Moyenne				2,12	3,86
Ecartype				0,03	0,12

Tableau 21 : Mesures morphométriques des femelles

<i>Individu</i>	<i>Longueur Elytre</i>	<i>Longueur Fémur</i>	<i>Largeur Capsule Céphalique</i>	<i>E/F</i>	<i>F/C</i>
1	6,44	3,11	0,78	2,07	3,99
2	6,32	2,98	0,73	2,12	4,08
3	6,37	3	0,75	2,12	4,00
4	6,49	3	0,75	2,16	4,00
5	6,48	2,92	0,76	2,22	3,84
6	6,49	2,96	0,76	2,19	3,89
7	6,42	2,98	0,75	2,15	3,97
8	6,37	2,89	0,72	2,20	4,01
9	6,42	2,99	0,76	2,15	3,93
10	6,19	2,94	0,74	2,11	3,97
Moyenne				2,15	3,97
Ecartype				0,04	0,06

Les individus étudiés proviennent d'une station située au Sud de In Belbel. Cet échantillon capturé en Mai 2010, est composé de 10 mâles et 10 femelles. En comparant les moyennes des rapports morphométriques (E/F) et (F/C) des individus étudiés avec ceux du tableau de Dirsh (1953), nous remarquons que le rapport (E/F) des mâles est égale à $2,12 \pm 0,03$, situé dans l'intervalle des transiens et le rapport F/C égale à $3,86 \pm 0,12$, placé dans l'intervalle des solitaires. Pour les femelles, la moyenne des rapports E/F est de $2,15 \pm 0,04$ placée dans la zone des transiens tandis que la moyenne des rapports F/C est égale à $3,97 \pm 0,06$ située dans la zone des solitaires. L'apport de l'ensemble des individus dans l'abaque indique que cette population acridienne de la région sud d'In Belbel est homogène et caractérisée par un statut transiens, (Fig.69).

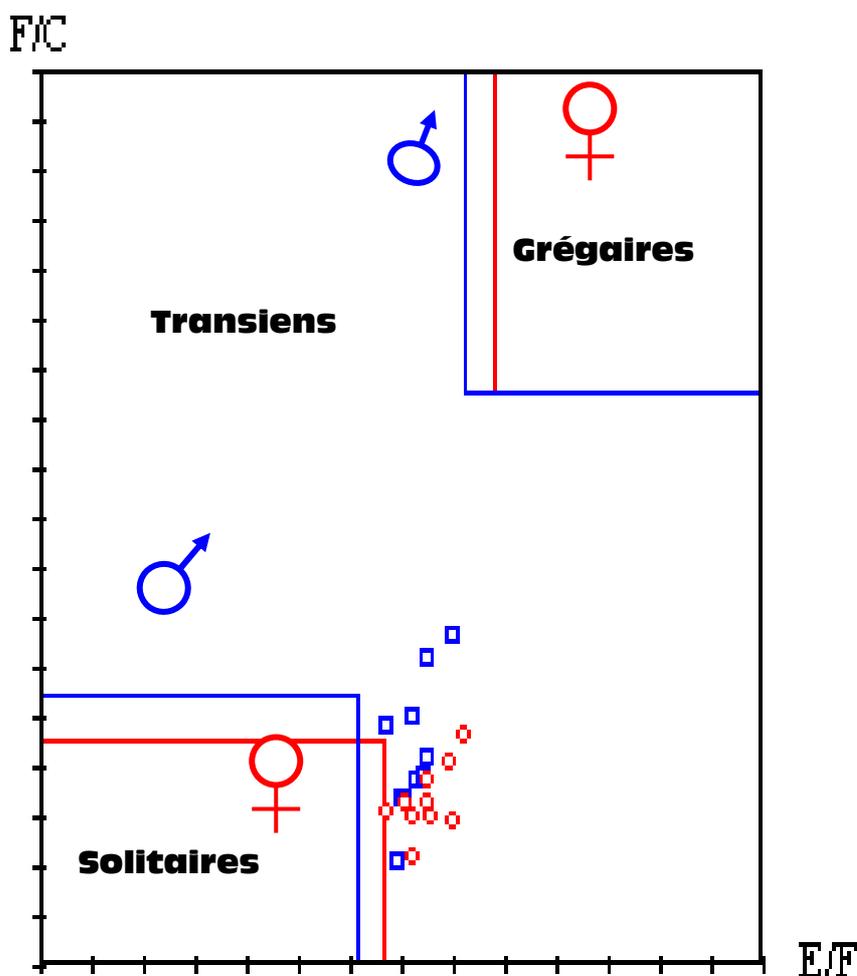


Figure 69 : Représentation des rapports E/F et F/C des individus acridiens capturés au niveau de la région Sud d'In Belbel, Wilaya d'Adrar en Mai 2010

IV.2.5- Caractéristiques morphométriques des individus capturés à l'Est d'In Belbel dans la W. d'Adrar en Mai 2010

Les résultats relatifs aux différentes mesures réalisées sur l'Elytre (E), le Fémur (F) et la capsule céphalique (C) et ainsi que les rapports morphométriques (E/F) et (F/C) sont consignés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 22 : Mesures morphométriques des mâles

<i>Individu</i>	<i>Longueur Elytre</i>	<i>Longueur Fémur</i>	<i>Largeur Capsule Céphalique</i>	<i>E/F</i>	<i>F/C</i>
1	5,7	2,89	0,72	1,97	4,01
2	5,3	2,88	0,7	1,84	4,11
3	5,6	2,9	0,73	1,93	3,97
4	5,5	2,8	0,72	1,96	3,89
5	5,6	2,5	0,7	2,24	3,57
6	5	2,44	0,72	2,05	3,39
7	5,4	2,8	0,75	1,93	3,73
8	5,8	2,8	0,72	2,07	3,89
9	5,7	2,9	0,75	1,97	3,87
Moyenne				2,00	3,83
Ecartype				0,11	0,21

Tableau 23 : Mesures morphométriques des femelles

<i>Individu</i>	<i>Longueur Elytre</i>	<i>Longueur Fémur</i>	<i>Largeur Capsule Céphalique</i>	<i>E/F</i>	<i>F/C</i>
1	6	2,98	0,8	2,01	3,73
2	6	3,1	0,84	1,94	3,69
3	6,33	3,13	0,8	2,02	3,91
4	6,9	3,15	0,8	2,19	3,94
5	6	3,13	0,8	1,92	3,91
6	6,2	3,1	0,79	2,00	3,92
7	6,8	3,15	0,8	2,16	3,94
8	6,95	3	0,82	2,32	3,66
9	6,4	2,9	0,83	2,21	3,49
Moyenne				2,10	3,85
Ecartype				0,13	0,21

Les individus étudiés sont issus d'une infestation acridienne signalée en Mai 2010 dans la zone Est d'In Belbel, dans la wilaya d'Adrar. Cette population est formée de larves de stades âgés et de jeunes ailés.

L'échantillon d'étude est composé de 18 individus dont 9 mâles et 9 femelles. Les différentes mesures morphométriques réalisées ont montré que la moyenne des

rappports E/F des mâles est égale à $2,00 \pm 0,11$, situé dans la zone des solitaires et la moyenne des rapports F/C égale à $3,83 \pm 0,21$, située également dans la zone des solitaires. Pour les femelles la moyenne des rapports E/F est égale à $2,10 \pm 0,13$, placé dans l'intervalle des transiens. La moyenne des rapports (F/C) des femelles est égale à $3,85 \pm 0,21$, situé également dans l'intervalle des solitaires. L'apport de ces différents rapports dans l'abaque morphométrique nous indique que cette population est hétérogène, caractérisée par des individus transiens et d'autres solitaires, (Fig.70).

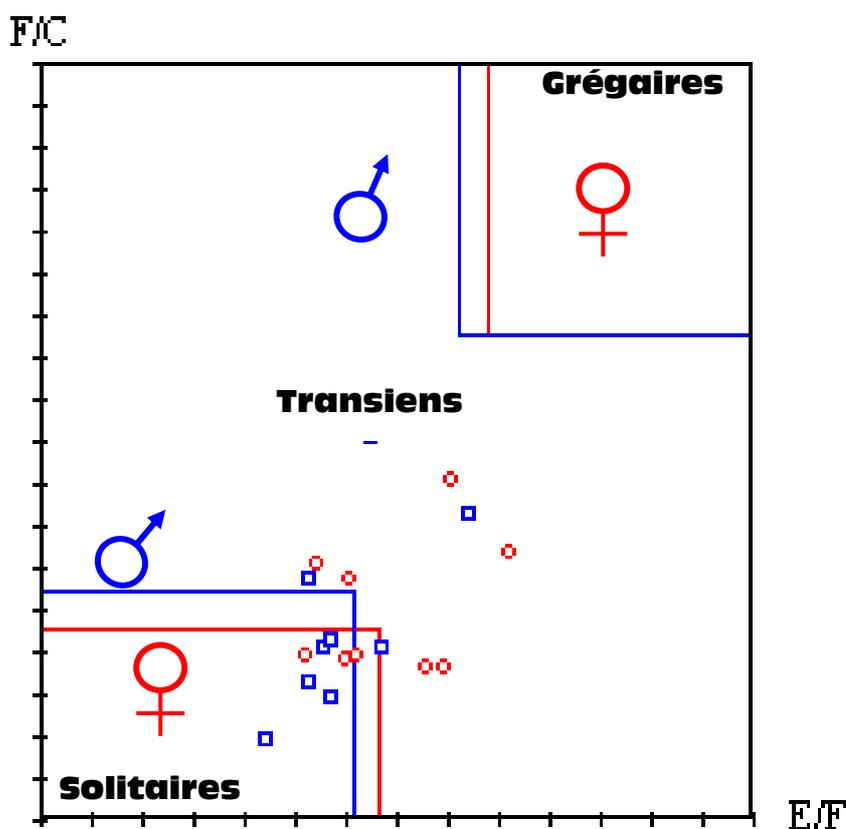


Figure 70 : Représentation des rapports E/F et F/C des individus acridiens capturés au niveau de la région Est d'In Belbel, Wilaya d'Adrar en Mai 2010

IV.2.6- Caractéristiques morphométriques des individus capturés à Zaouiet Kounta dans la W. d'Adrar en mai 2009

Les résultats relatifs aux différentes mesures réalisées sur l'Elytre (E), le Fémur (F) et la capsule céphalique (C) et ainsi que les rapports morphométriques (E/F) et (F/C) sont consignés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 24 : Mesures morphométriques des mâles

<i>Individu</i>	<i>Longueur Elytre</i>	<i>Longueur Fémur</i>	<i>Largeur Capsule Céphalique</i>	<i>E/F</i>	<i>F/C</i>
1	5,3	2,52	0,74	2,10	3,41
2	5,32	2,75	0,75	1,93	3,67
3	5	2,7	0,7	1,85	3,86
4	5,76	2,65	0,75	2,17	3,53
5	5,4	2,76	0,71	1,96	3,89
6	5,24	2,5	0,75	2,10	3,33
7	5,7	2,72	0,74	2,10	3,68
8	5,5	2,9	0,75	1,90	3,87
9	5,5	2,8	0,72	1,96	3,89
10	5,24	2,5	0,74	2,10	3,38
Moyenne				2,02	3,65
Ecartype				0,10	0,21

Tableau 25 : Mesures morphométriques des femelles

<i>Individu</i>	<i>Longueur Elytre</i>	<i>Longueur Fémur</i>	<i>Largeur Capsule Céphalique</i>	<i>E/F</i>	<i>F/C</i>
1	6,3	3	0,8	2,10	3,75
2	6,32	3	0,78	2,11	3,85
3	6,28	3	0,8	2,09	3,75
5	6,26	3	0,82	2,09	3,66
6	6,3	2,9	0,8	2,17	3,63
7	6,4	3	0,76	2,13	3,95
8	6,15	3	0,79	2,05	3,80
9	6,23	3,12	0,8	2,00	3,90
10	6,3	2,9	0,76	2,17	3,82
Moyenne				2,09	3,83
Ecartype				0,05	0,16

Les individus étudiés ont été capturés le mois de mai 2009 au niveau d'une exploitation agricole située dans les périmètres irrigués de la wilaya d'Adrar. Cet échantillon est composé de 20 individus, dont 10 mâles et 10 femelles.

La comparaison des moyennes des rapports morphométriques E/F et F/C avec ceux de Dirsh (1953), montre que le rapport E/F des mâles est égale $2,02 \pm 0,10$, situé dans l'intervalle des solitaires et le rapport F/C égal à $3,65 \pm 0,21$, placé dans l'intervalle

des transiens. Pour les femelles, la moyenne des rapports (E/F) est de $2,09 \pm 0,05$ placé dans la zone des solitaires tandis que la moyenne des rapports (F/C) est égale à $3,83 \pm 0,16$, situé dans la zone des transiens. La projection des rapports morphométriques E/F et F/C de l'ensemble des individus dans l'abaque, indique que la quasi-totalité de la population acridienne évoluant dans les zones agricoles de Zaouiet Kounta en mai 2009 est de statut transiens avec présence de quatre individus de statut typiquement solitaires, (Fig.71).

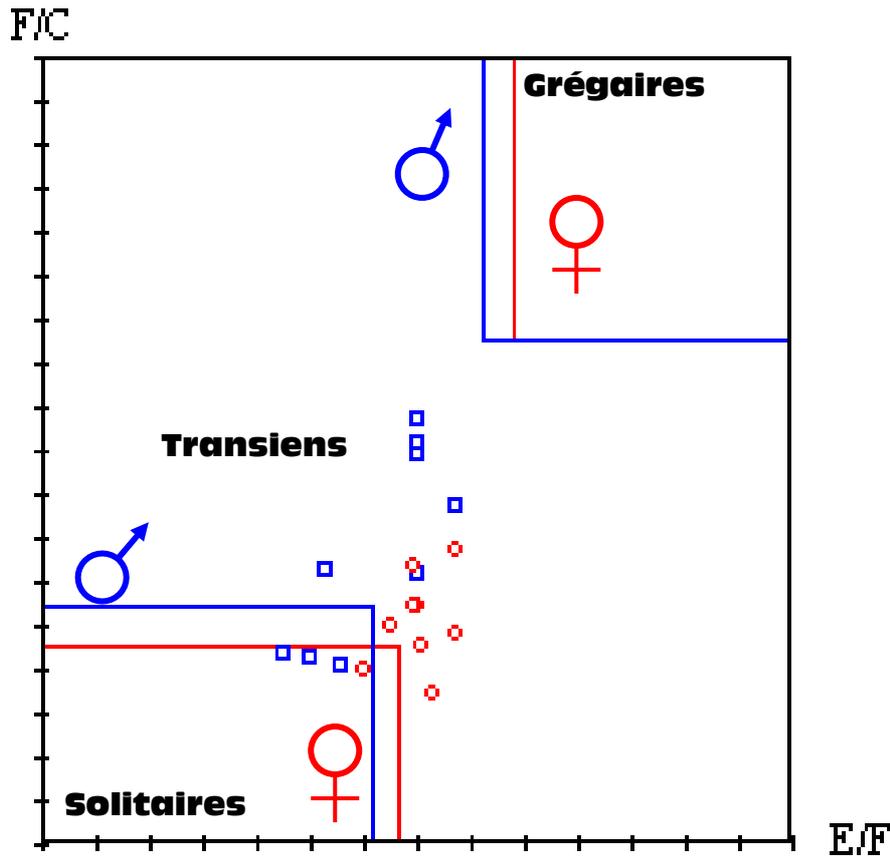


Figure 71 : Représentation des rapports E/F et F/C des individus acridiens capturés au niveau de la région Zaouiet Kounta, Wilaya d'Adrar en Mai 2009

IV.2.7- Caractéristiques morphométriques des individus capturés à Zaouiet Kounta dans la W. d'Adrar en mai 2010

Les résultats relatifs aux différentes mesures réalisées sur l'Elytre (E), le Fémur(F) et la capsule céphalique (C) et ainsi que les rapports morphométriques (E/F) et (F/C) sont consignés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 26: Mesures morphométriques des mâles

<i>Individu</i>	<i>Longueur Elytre</i>	<i>Longueur Fémur</i>	<i>Largeur Capsule Céphalique</i>	<i>E/F</i>	<i>F/C</i>
1	5,41	2,5	0,66	2,16	3,79
2	5,9	2,6	0,7	2,27	3,71
3	5,63	2,59	0,67	2,17	3,87
4	5,53	2,6	0,69	2,13	3,77
5	5,9	2,67	0,73	2,21	3,66
6	5,72	2,7	0,68	2,12	3,97
7	5,56	2,5	0,7	2,22	3,57
8	5,6	2,56	0,66	2,19	3,88
9	5,55	2,52	0,69	2,20	3,65
10	5,65	2,6	0,66	2,17	3,94
Moyenne				2,13	3,93
Ecartype				0,05	0,27

Tableau 27 : Mesures morphométriques des femelles

<i>Individu</i>	<i>Longueur Elytre</i>	<i>Longueur Fémur</i>	<i>Largeur Capsule Céphalique</i>	<i>E/F</i>	<i>F/C</i>
1	6	3,05	0,79	1,97	3,86
2	6,33	3,06	0,75	2,07	4,08
3	6,45	2,97	0,72	2,17	4,13
4	6,3	2,95	0,75	2,14	3,93
5	6,4	3	0,78	2,13	3,85
6	6	3,1	0,77	1,94	4,03
7	6,2	3	0,74	2,07	4,05
8	6,2	2,82	0,75	2,20	3,76
9	6,8	2,9	0,7	2,34	4,14
10	6,4	2,98	0,7	2,15	4,26
Moyenne				2,12	4,01
Ecartype				0,11	0,15

Les individus étudiés ont été capturés dans une infestation acridienne, signalée en Mai 2010 au niveau d'une zone agricole dans la wilaya d'Adrar. Cet échantillon est composé de 20 individus, dont 10 mâles et 10 femelles.

La comparaison des moyennes des rapports morphométriques E/F et F/C avec ceux de Dirsh (1953), montre que le rapport E/F des mâles qui est égal à $2,13 \pm 0,05$ situé dans l'intervalle des solitaires et le rapport F/C égal à $3,93 \pm 0,27$, placé dans l'intervalle des transiens. Pour les femelles, la moyenne des rapports E/F est de $2,12 \pm 0,11$, placé dans la zone des transiens et la moyenne des rapports F/C est de $3,83 \pm 0,16$, situé également dans la zone des transiens. L'apport de l'ensemble des individus dans l'abaque montre, qu'à l'exception de 4 femelles solitaires, le reste des individus de la population acridienne évoluant dans les zones agricoles de Zaouiet Kounta en mai 2010 est de statut transiens, (Fig.72).

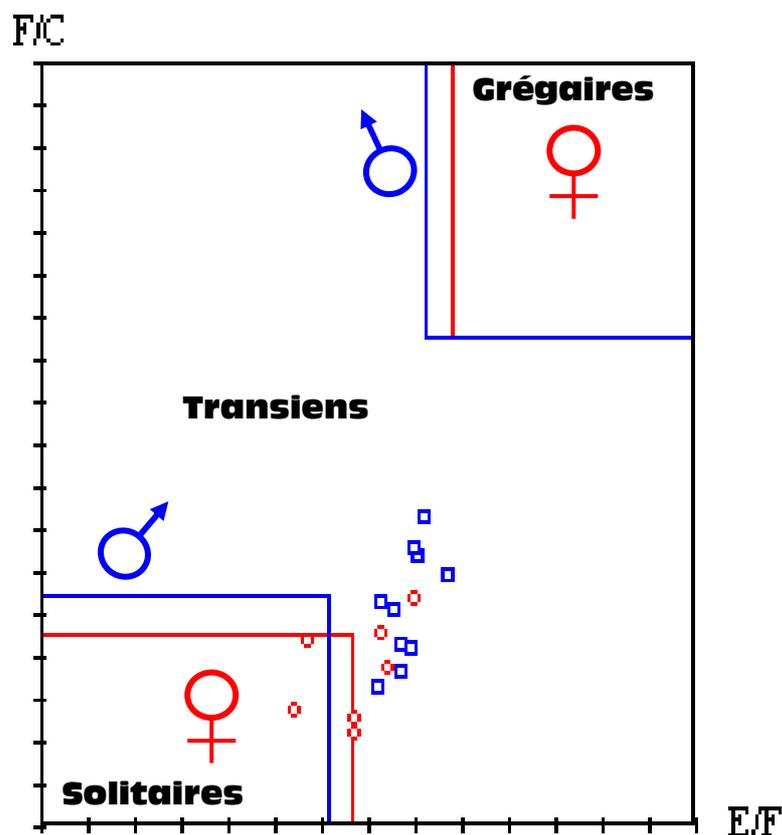


Figure 72 : Représentation des rapports E/F et F/C des individus acridiens capturés au niveau de la région Zaouiet Kounta, Wilaya d'Adrar en Mai 2010

IV.2.8- Caractéristiques morphométriques des individus mâles capturés à Ksabi (*Oued Saoura*) dans la Wilaya de Béchar en avril 2010

Les résultats relatifs aux différentes mesures réalisées sur l'Elytre (E), le Fémur(F) et la capsule céphalique (C) et ainsi que les rapports morphométriques (E/F) et (F/C) sont consignés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 28 : Mesures morphométriques des mâles

<i>Individu</i>	<i>Longueur Elytre</i>	<i>Longueur Fémur</i>	<i>Largeur Capsule Céphalique</i>	<i>E/F</i>	<i>F/C</i>
1	5,57	2,65	0,68	2,10	3,90
2	5,47	2,67	0,78	2,05	3,42
3	5,4	2,78	0,7	1,94	3,97
4	5,22	2,56	0,75	2,04	3,41
Moyenne				2,03	3,67
Ecartype				0,05	0,35

Tableau 29 : Mesures morphométriques des femelles

<i>Individu</i>	<i>Longueur Elytre</i>	<i>Longueur Fémur</i>	<i>Largeur Capsule Céphalique</i>	<i>E/F</i>	<i>F/C</i>
1	6,15	3,05	0,78	2,02	3,91
2	6,31	2,8	0,7	2,25	4,00
3	6,19	2,83	0,79	2,19	3,58
4	5,95	3,1	0,78	1,92	3,97
5	6,56	3	0,74	2,19	4,05
6	6,61	2,96	0,8	2,23	3,70
Moyenne				2,13	3,87
Ecartype				0,12	0,17

Les individus de cet échantillon sont issus d'une station située à Oued Saoura, dans la région de K'sabi, signalée durant le mois d'avril 2010.

Cette population est composée de larves de différents stades (L3 et plus) et d'ailés immatures avec des densités moyennes variant, par endroit, entre 1500 à 2000 larves par hectare. La coloration de ces larves est totalement verte. Les mesures des caractéristiques morphométriques ont été réalisées sur un échantillon de 10 individus dont 4 mâles et 6 femelles.

En comparant les moyennes des rapports morphométriques (E/F) et (F/C) des individus étudiés avec celles donnée par Dirsh (1953), nous remarquons que le rapport

E/F des mâles est égale à $2,03 \pm 0,05$, situé dans l'intervalle des solitaires et le rapport F/C qui est situé également dans l'intervalle des solitaires est égale à $3,87 \pm 0,35$. Chez les femelles, la comparaison du rapport E/F qui est de $2,13 \pm 0,12$ indique qu'elles sont de statut transiens. Cependant, la moyenne des rapports (F/C) est égale à $3,87 \pm 0,17$ placé dans l'intervalle des solitaires. De ce fait, on peut dire que cette population acridienne de la région du Saoura est de statut solitaro-transiens, (Fig.73).

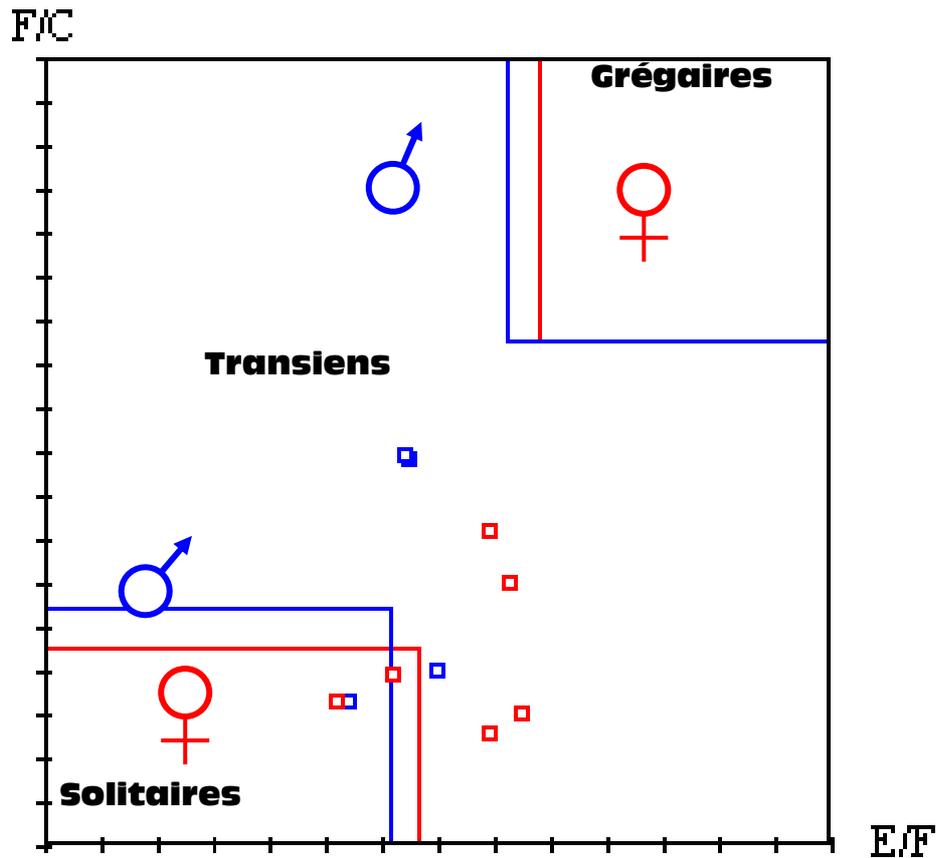


Figure 73 : Représentation des rapports E/F et F/C des populations capturées au niveau de la région de Ksabi (Oued Saoura), Wilaya de Bechar en Avril 2009

IV.2.9- Récapitulatif des moyennes obtenues pour l'ensemble des sites

Le tableau suivant représente la récapitulation des moyennes des rapports morphométriques de l'ensemble des individus capturés au niveau du sud algérien durant les deux années 2009 et 2010.

Tableau 30 : Moyennes des rapports morphométriques

Wilaya	Site	Individus	E/F	F/C	
Tamanrasset	Oued El Botha (mai 2009) 26 31 N 02 56 E	Mâles (8)	(2,13± 0,07) Transiens	(3,87 ± 0,17) Solitaire	
		Femelles (13)	(2,09 ± 0,09) Solitaire	(4,03 ± 0,14) Solitaire	
	Oued Ameded (novembre 2010) 22 48 N 04 18 E	Mâles (10)	(2,06 ± 0,07) Solitaires	(3,95± 0,09) Solitaires	
		Femelles (10)	(2,12± 0,10) Transiens	(3,95± 0,13) Solitaires	
Adrar	Nord In Belbel (mai 2009) 28 12 N 01 09 E	Mâles (20)	(2,13 ±0,08) Transiens	(3,86 ± 0,14) Transiens	
		Femelles (14)	(2,13 ± 0,10) Solitaire	(4,00 ± 0,27) Solitaire	
	Sud In Belbel (mai 2010) 27 33 N 01 12 E	Mâles (10)	(2,12 ± 0,03) Transiens	(3,86 ± 0,12) Solitaire	
		Femelles (10)	(2,15 ± 0,04) Transiens	(3,97 ± 0,06) Solitaire	
	Est In Belbel (mai 2010) 27 48 N 01 34 E	Mâles (9)	(2,00 ± 0,11) Solitaire	(3,83 ± 0,21) Solitaire	
		Femelles (9)	(2,10 ± 0,13) Transiens	(3,85 ± 0,21) Solitaire	
	Zaouiet Kounta (mai 2009) 27 18 N 00 12W	Mâles (10)	(2,02 ± 0,10) Solitaire	(3,65 ± 0,21) Transiens	
		Femelles (10)	(2,09 ± 0,05) Solitaire	(3,83 ± 0,16) Transiens	
	Zaouiet Kounta (Mai 2010) 27 12 N 00 13W	Mâles (10)	(2,13 ± 0,05) Solitaire	(3,93 ± 0,27) Transiens	
		Femelles (10)	(2,12 ± 0,11) Transiens	(3,83 ± 0,16) Transiens	
	Béchar	Ksabi (Avril 2010) 29 07 N 01 05 W	Mâles (4)	(2,03 ± 0,05) Solitaire	(3,87 ± 0,35). Solitaire
			Femelles (6)	(2,13 ± 0,12) Transiens	(3,87 ± 0,17) Solitaire
Total des individus		Mâles (81)	Femelles (82)		

La représentation graphique des rapports morphométriques (Fig. 74) toutes les populations acridiennes repérées dans les différentes stations d'études entre 2009 et 2010, montre qu'elles sont de statut transiens avec une tendance vers la phase solitaire (transiens dissociés).

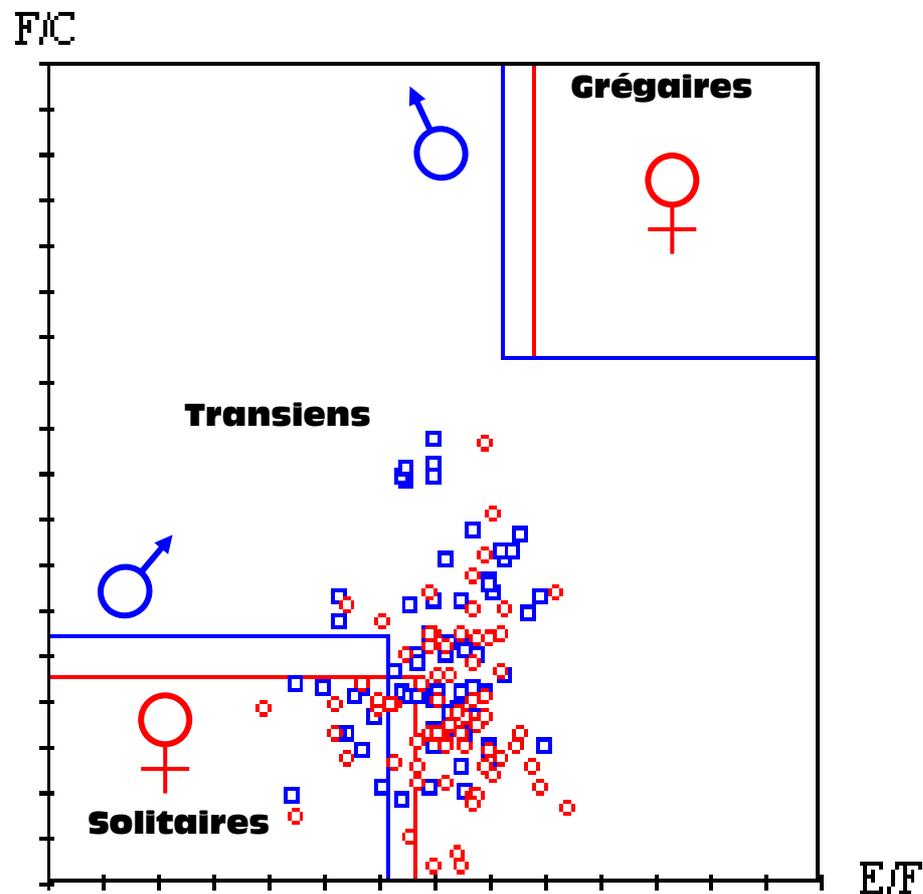


Figure 74 : Représentation récapitulative des rapports E/F et F/C des individus acridiens capturés au niveau de toutes les stations d'étude

IV.2.10- Analyse statistique des mesures morphométriques

Pour l'étude de la variation morphologique par individu, Lauga (1976 et 1977) cité par Degregorio et Duverger-Nedellec (1984) in Kherbouche (2007), propose l'utilisation de méthodes d'analyses multi variables dont en doit l'introduction en acridologie à Blackith (1960 et 1971) in Kherbouche (2007). L'analyse en composante principale (A.C.P.) et les échelles morphométriques qu'elle permet d'établir, rendent compte de manière satisfaisante de l'intensité et du sens de la transformation morphologique saisonnière d'un individu quelconque.

Dans notre cas nous avons utilisé l'Analyse en composante principale (A.C.P) sur la base des différentes données obtenues suite à la mensuration des Elytres (E), des Fémurs (F), des Capsules céphaliques (C) ainsi que des rapports de F/C et de E/F de tous les individus mâles et femelles capturés durant les deux années 2009 et 2010.

Les résultats des moyennes et des écartypes des différents paramètres morphométriques sont regroupés dans le tableau n°31.

Tableau 31 : Moyennes et écartypes des mesures morphométriques : Fémur (F), Elytres(E), Capsule céphaliques (C) et les rapports morphométriques E/F et F/C des populations acridiennes capturées au niveau de toutes les stations.

	Moyenne	Ecart-type
E (cm)	5,936	0,503
F(cm)	2,817	0,225
C(cm)	0,727	0,057
E/F	2,109	0,104
F/C	3,874	0,187

La longueur moyenne des fémurs des mâles et des femelles de *S. gregaria* enregistrée pour les différentes stations d'étude au sud algérien est de $2,82 \pm 0,22$ cm. Les élytres sont de l'ordre de $5,94 \pm 0,50$ cm et la capsule céphalique est de $0,73 \pm 0,05$ cm. De cela, le rapport de E/F est égal à $2,11 \pm 0,10$ alors que le rapport F/C est de $3,87 \pm 0,18$. D'après les résultats obtenus on peut dire que ces rapports évoluent inversement l'un par rapport à l'autre. Le degré de corrélation entre les différentes variables, F., E., C., E/F et F/C est consigné dans le tableau 32.

Tableau 32 : Matrice de corrélation entre les variables Fémur (F), Elytres(E), Capsule céphaliques (C) et les rapports morphométriques E/F et F/C

Variabes	E	F	C	E/F	F/C
E	1	0,812	0,684	0,388	0,238
F	0,812	1	0,781	-0,222	0,378
C	0,684	0,781	1	-0,094	-0,268
E/F	0,388	-0,222	-0,094	1	-0,193
F/C	0,238	0,378	-0,268	-0,193	1

(En gras, valeurs significatives au seuil alpha = 0,05)

Au seuil de signification total alpha = 0,05 on peut rejeter hypothèse nulle d'absence de corrélation significative entre les variables. Autrement dit, la corrélation entre les variables est significative. Elle est maximale pour l'interaction de la variable Fémur

avec Elytre ($P=0,81$). Suivi par l'interaction de la variable Fémur avec la capsule céphalique ($P=0,78$), la variable Elytre avec capsule céphalique ($P=0,68$), la variable E/F avec Elytre ($P=0,38$) et entre le rapport F/C et le Fémur ($P=0,37$). Par contre la variable Fémur est inversement corrélée avec le rapport de E/F ($P=-0,22$), la variable capsule céphalique avec le rapport F/C ($P= -0,26$) et entre la variable du rapport F/C avec E/F ($P= -0,19$). Alors qu'il y'a absence de signification entre la variable capsule céphalique et le rapport E/F ($P= -0,09$). Les résultats relatifs à la contribution globale des différentes variables sont consignés dans le tableau suivant

Tableau 33 : Pourcentage de contributions globale des variables Fémur (F), Elytres(E), Capsule céphaliques (C) et les rapports morphométriques E/F et F/C dans la formation des axes (1 et 2)

	Axe 1	Axe 2
Variabilité (%)	50,989	26,847
% cumulé	50,989	77,836

Les pourcentages d'inertie des deux axes pris en considération exprimant les taux de contribution sont de 50,98 % pour l'axe 1 et de 26,84 % pour l'axe 2.

Les résultats portant sur la contribution de chaque variable Fémur (F), Elytres(E), Capsule céphaliques (C) et les rapports morphométriques E/F et F/C à la formation des axes sont regroupés dans le tableau n° 34

Tableau 34 : Pourcentage de contributions des variables Fémur (F), Elytres(E), Capsule céphaliques (C) et les rapports morphométriques E/F et F/C dans la formation des axes (1 et 2)

	Axe 1 (%)	Axe 2 (%)
E	33,013	3,696
F	36,430	4,873
C	28,731	4,112
E/F	0,001	45,049
F/C	1,825	42,271

La variable Fémur contribue le plus dans la formation de l'axe 1 avec un taux de 36,43%. Elle est suivie par la variable Elytre (33,3%). Par contre pour l'axe 2, le rapport E/F est celui qui contribue le mieux (45,04%). Suivi par le rapport de F/C (42,27%).

La représentation graphique 75 dans le cercle de corrélation montre que les variables E/F, C et E se trouvent dans le quadrant 2 et dans le 3^{ème} quadrant on trouve les variables F et F/C. Cette représentation indique que les variables E/F, E, C et F/C se rapprochent du cercle, alors que la variable F est positionnée parfaitement sur le cercle (figure 75). Cela signifie que la somme au carré de chaque variable est égale à 1 d'où leur bonne représentation dans le plan principal.

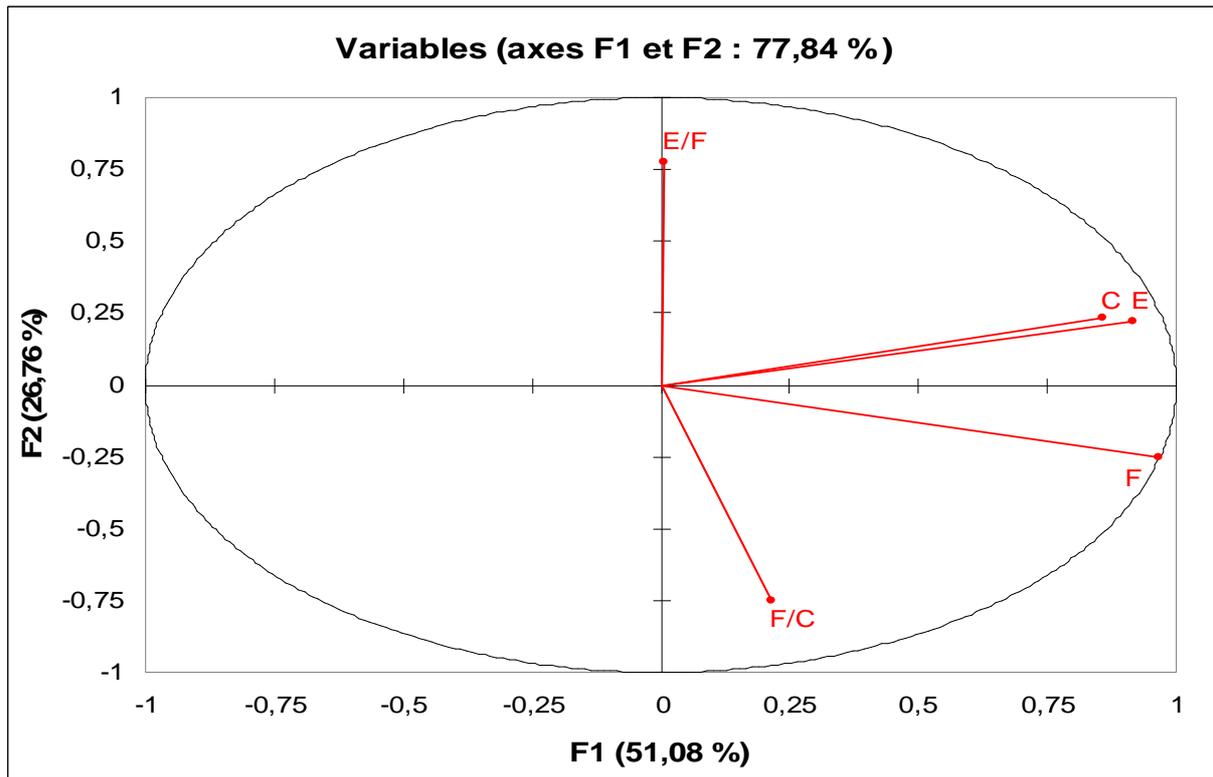


Figure 75 : Cercle de corrélation des rapports E/F et F/C des individus acridiens capturés au niveau de toutes les stations d'étude

Le graphique 76 correspond à l'un des objectifs de l'ACP. Il permet de représenter les individus sur une carte à deux dimensions, et ainsi d'identifier des tendances. À partir de la représentation isométrique de toute la population acridienne capturée entre 2009 et 2010 au niveau de différentes régions du sud algérien, il ressort la formation de deux ensembles de part et d'autre de l'axe des abscisses. L'ensemble (A) regroupant les individus solitaires et l'ensemble (B) regroupant les transiens.

extensives et intensives de 2006 à 2010 ciblées pour détecter toutes conditions écologiques ou populations acridiennes susceptibles de présenter un risque.

L'objectif est de valoriser les observations effectuées par les prospecteurs, tout en prenant en compte des imperfections liées à ce type de données mais aussi en mettant en valeur et en exploitant leur qualité intrinsèque qui repose sur le nombre et la diversité des répétitions et cela dans le but d'améliorer les prospections futures.

L'ensemble de ces données a été stocké dans une base Access liée à ArcView GIS 3.2 pour la réalisation des cartes de distribution des signalisations.

La période étudiée a représenté pour l'Algérie une période d'accalmie après une terrible invasion acridienne qui a duré plus de (2) ans et qui a coûté à notre pays le traitement de 4.600.000 ha, et aussi la mobilisation des moyens colossaux accompagnée de dépenses faramineuses, (INPV, 2006).

Cette période, nommée phase de rémission, a été marquée par le renforcement du dispositif de lutte antiacridienne, évidemment par la multiplication du nombre d'équipes et leur fonctionnement le long de l'année, afin d'éviter le retour de l'invasion généralisée.

Cette prospection permanente, élargie dans l'espace et dans le temps, nous a permis de couvrir l'ensemble des régions sahariennes, même celles qui ne présentent historiquement aucun intérêt de point de vue lutte antiacridienne.

Durant la période considérée, nous avons réalisé suivant les informations disponibles, 12 205 points de prospection qui constituent une évaluation des situations acridiennes, ce qui représente 1005.545 ha de superficie prospectée, (fig. 77).

Le traitement cartographique des résultats obtenus durant les prospections intensives et extensives menées de 2006 à 2009 dans les 5 wilayate sahariennes Tamanrasset, Illizi, Adrar, Tindouf et Béchar, nous a permis de constater que le Sahara algérien, par sa topographie et sa diversité floristique, offre des milieux favorables à l'installation et la reproduction du criquet pèlerin. Cependant, la distribution et le fonctionnement de ces biotopes acridiens sont liés étroitement à la pluviométrie et l'environnement.

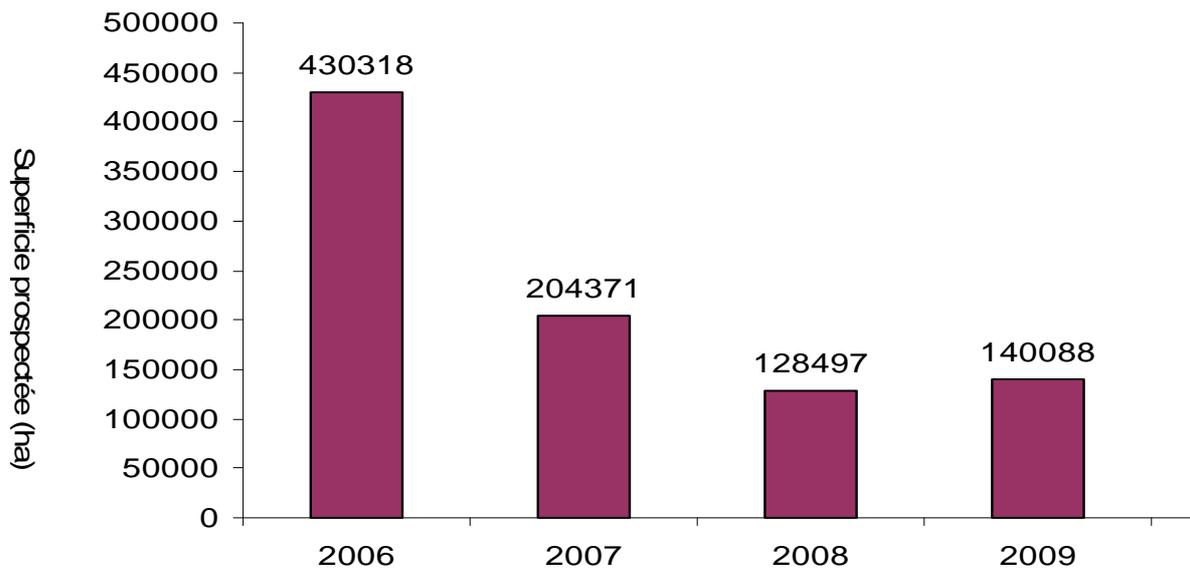


Figure 77 : Superficies prospectées en hectare de 2006 à 2009

IV.3.1.1. Les facteurs régissant la distribution des criquets en phase de rémission

L'étude de la distribution des acridiens en période de rémission 2006/2009, montre que les criquets sont présents toute l'année dans le Sahara central mais de façon diffuse pour certaines périodes. Cependant, l'activité est importante après des pluies suffisantes à générer des conditions écologiques d'humidité et de végétation favorables. Les données de la prospection comparées aux données météorologiques, montrent que tous les cas de regroupements acridiens et les fortes concentrations de criquets au niveau du Sahara algérien ont été conditionnés par les pluies, notamment le cas de la Région sud ouest qui a reçue des pluies à la fin de décembre 2006 et qui a conduit à l'écoulement des principaux oueds de la région et par la suite à l'apparition d'une activité acridienne en période printanière 2007. D'autres cas d'activité acridiennes ont été également enregistrées dans la régions de l'extrême sud après des pluies relativement importantes en liaison avec les incursions du F.I.T qui ont affectées les régions de l'extrême sud durant le mois de juillet 2007 provoquant localement l'écoulement de plusieurs oueds de la région à savoir Oued Tamanrasset, Oued Amded, Oued In Guezzam et les oueds situés au Nord de Timiaouine. Cette situation a

donné par la suite des regroupements acridiens importants et des reproductions, en période automnale 2008.

Suite à cet état de fait, nous pouvons dire que le criquet pèlerin est présent dans le Sahara algérien durant toutes les saisons de l'année. Cependant, l'intensité des pluies détermine les regroupements acridiens et le régime influe sur sa répartition.

Sitouh (1976) a analysé certains biotopes de solitaires au Sahara central. Il en a déduit que les ailés solitaires sont observés à tous les mois de l'année, notamment dans les Oueds de l'espace nord : Igharghar, Mouydir, Assedjrad, où se concentre l'eau de pluie dont la fréquence est d'au moins une fois par année et que deux reproductions sont possibles et sont conditionnées par les pluies.

Popov (1997) indique que les adultes sont présents dans les deux aires, ici ou là pendant toute l'année, mais, à nouveau, on les trouve fréquemment dans le Timétrine, l'Adrar des Iforas et le Tamesna algéro-malien en été et en automne, et au printemps en Algérie. Ce qui confirme la coïncidence avec la chronologie des précipitations et la complémentarité des deux aires.

IV.3.1.2. Les régions concernées par le criquet au Sahara algérien

Les données relatives aux taux de signalisations a fait ressortir la wilaya d'Adrar en premier lieu avec le taux le plus élevé de signalisations, soit 474 enregistrements. Ensuite, vient la wilaya de Tamanrasset avec 439 signalisations et en dernier lieu Illizi, Béchar et Tindouf avec respectivement 159, 100 et 18 enregistrements. (Figure, 78).

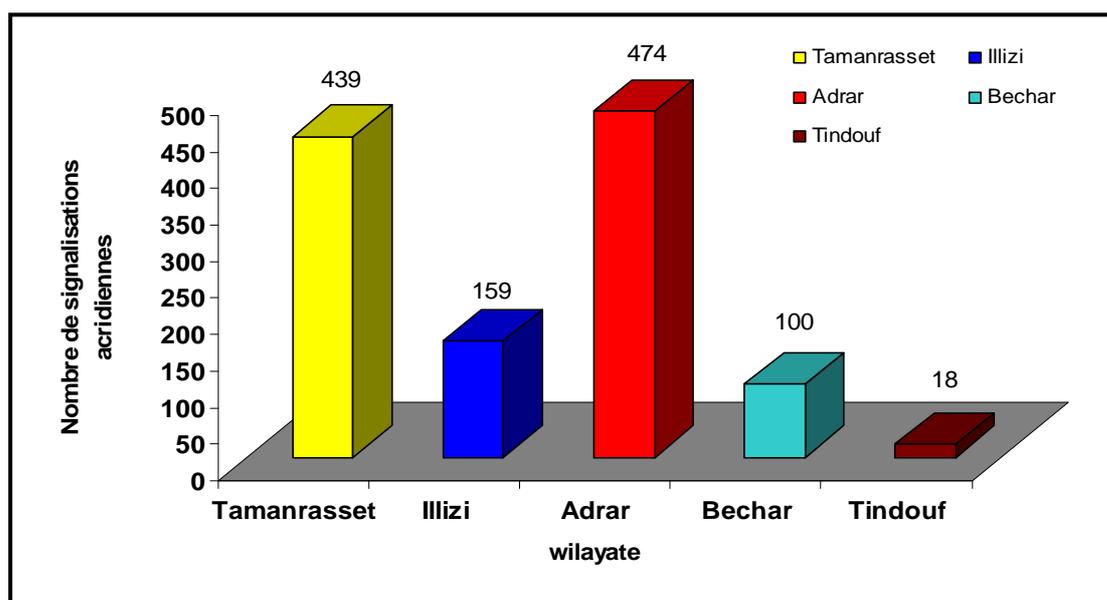


Figure 78 : Nombre de signalisations acridiennes par wilaya (période 2006-

Guendouz-Benrima (2005), indique que les criquets solitaires se retrouvent essentiellement sur les piémonts du Hoggar.

Concernant la présence acridienne en zones cultivées, notamment à Adrar et Illizi, le même auteur a précisé que la présence des pivots au Sahara entraîne l'apparition de biotopes permettant des reproductions de solitaires et de transiens.

Volkonsky (1942) dans sa mission d'étude de la répartition, le déplacement et la reproduction du criquet pèlerin dans le Sahara algérien en 1941, précise que la population de *Schistocerca gregaria* est fort clairsemée dans le Sahara central pendant l'hiver 1940-1941. La grosse majorité des individus se cantonne dans le Hoggar, l'Ahnet, le Mouydir. Des individus moins nombreux atteignent la partie sud du Tademaït. La reproduction momentanément arrêtée par le froid, reprend dès le mois de février. Il rajoute dans le même rapport que les centres de reproduction observés durant l'année 1942 sont situés dans l'Ahnet, au sud du Tademaït et dans le bassin de la Saoura.

IV.3.1.3. Les zones de reproduction du criquet pèlerin dans la Sahara algérien en fonction des densités (période 2006/2009)

De 2006 à 2009, sur les cinq wilayate sahariennes prospectées, quatre wilayate ont montré des reproductions du criquet pèlerin à savoir Tamanrasset, Illizi, Adrar et Béchar. Cependant, Tindouf n'a enregistré aucune reproduction du criquet. De ce fait, la wilaya de Tindouf a constitué uniquement une zone de passage des criquets.

A travers l'étude de la répartition des larves et ailés en accouplement et ponte entre 2006 et 2009, huit zones de reproduction se dessinent au niveau du Sahara algérien. Les plus importantes sont situées au Nord Ouest du Hoggar dans les oueds de l'Ahnet, au Nord du Hoggar (Mouydir), les zones irriguées d'Adrar et la région d'In Belbel. Et dans une moindre mesure, Oued Saoura, la région de Tabelbala, Oued Illizi, Bordj Badji Mokhtar, le versant sud ouest du Hoggar et In Guezzam.

En outre, les résultats obtenus font ressortir que la région d'Adrar est en permanence concernée par le criquet pèlerin du fait des milieux artificiels (périmètres irrigués), où le criquet trouve une végétation constituée d'espèces végétales cultivées sous pivots et des plantes adventices au niveau des bordures et canaux d'évacuation, (Fig.79 et Fig.80).

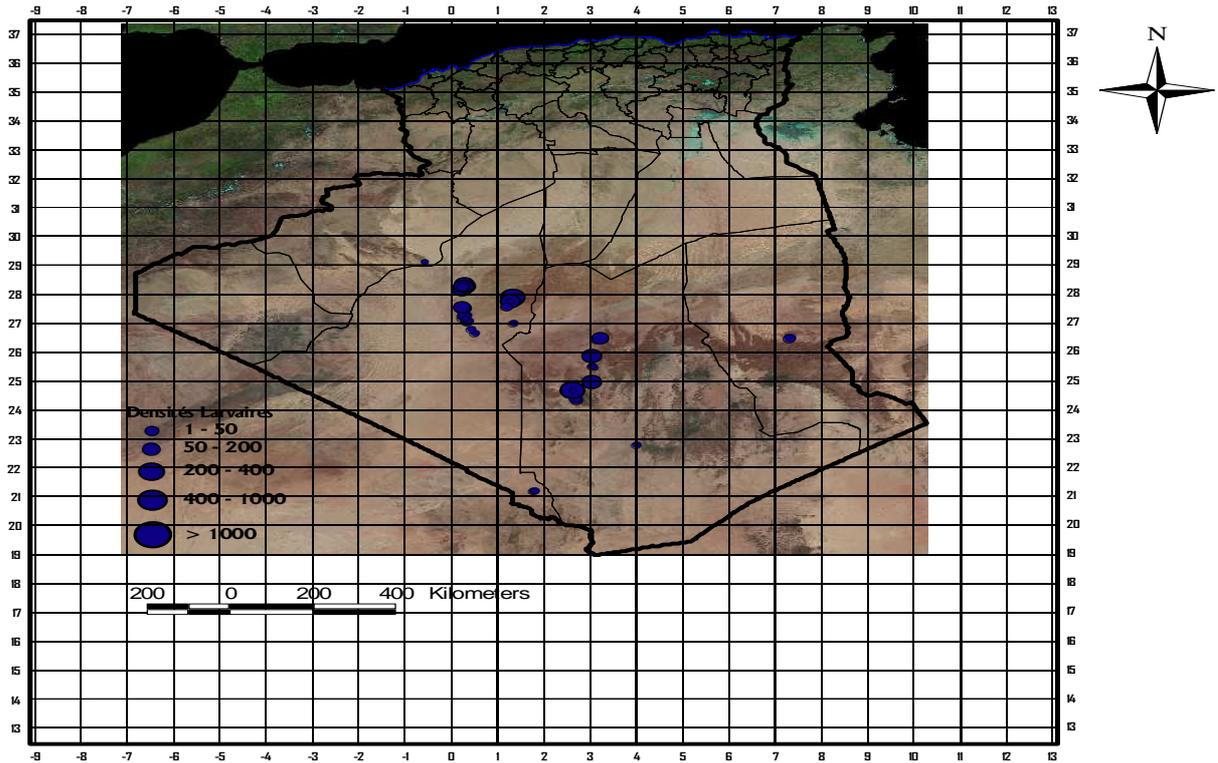


Figure 79 : Distribution des larves en fonction des densités de larves par hectare (période de 2006 à 2009)

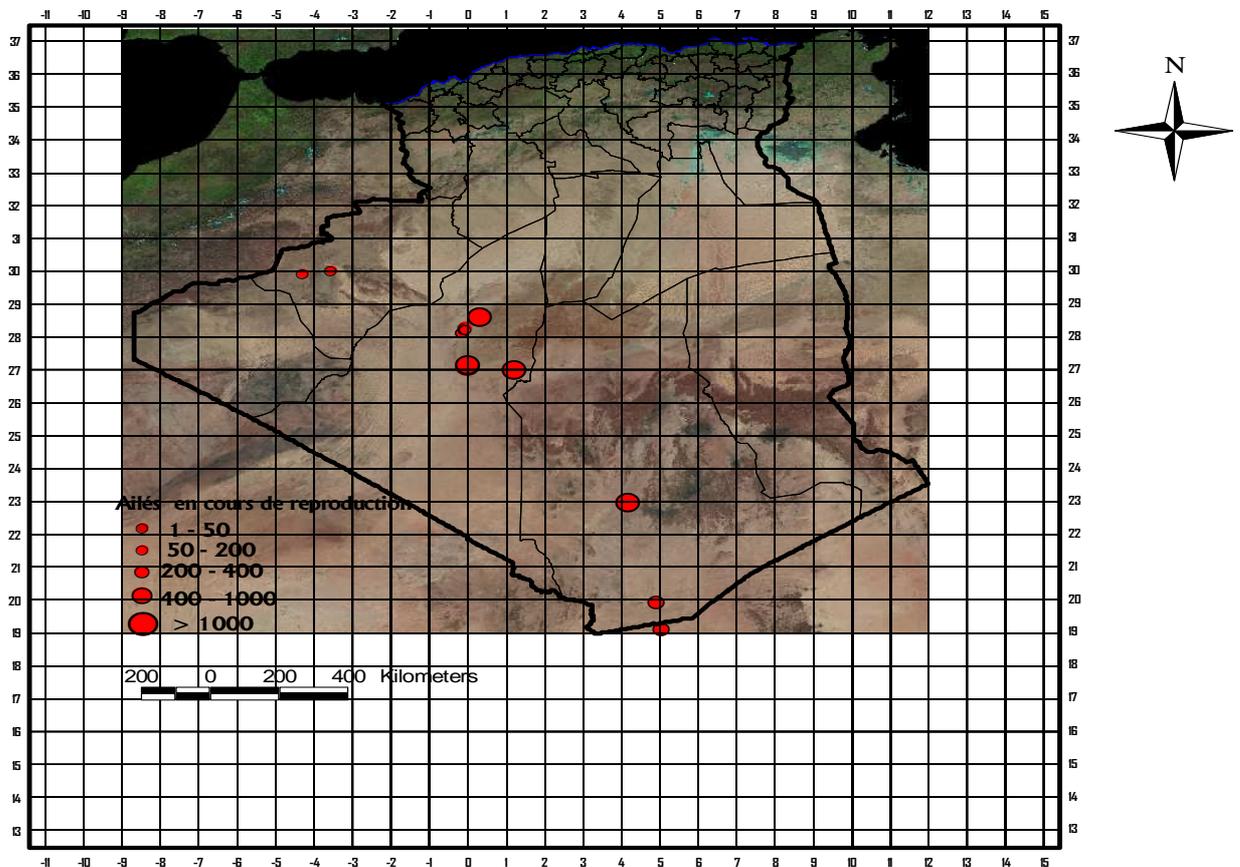


Figure 80 : Distribution des ailés en reproduction en fonction des densités d'individus ailés par hectare (période de 2006 à 2009)

Lazar (2005) dans son étude sur les zones de reproduction potentielle du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* dans le Sud algérien, a indiqué qu'au printemps les fortes signalisations des solitaires les plus septentrionales sont enregistrées souvent dans des milieux artificiels (périmètres irrigués), cas des régions d'Illizi et d'Adrar où le criquet trouve, dans ces milieux une végétation constituée des espèces végétales cultivées sous pivots, dans les zones sahariennes soumises à l'influence méditerranéenne et atlantique (Sahara Central, Oriental et Occidental) ; colonisés par une végétations très diversifiées et au niveau des zones situées dans la régions nord et ouest du Hoggar et du Tassili N'Ajer. Ces zones offrent un tapis végétal très varié, notamment au niveau des lits des grands oueds.

IV.3.1.4. Les périodes de reproductions

A partir de la distribution des signalisations significatives enregistrées, particulièrement des criquets en accouplement, des concentrations de larves et des traitements contre des regroupements de densités élevées, deux périodes et deux régions différentes, se déterminent. La première période s'étalant de février à juin de chaque année, correspondant à la phase hiverno-printanière se déroulant au niveau du Sahara central dans les régions comprises entre 24-29° N et la période s'étalant de septembre à décembre de chaque année correspondant à la phase automnale se produisant à l'extrême sud algérien et au niveau des frontières avec le Mali et le Niger dans les régions comprises entre 19-24°N.

Aussi, nous pouvons constater que durant toutes les phases automnales (Octobre, Novembre et décembre) des années 2006, 2007, 2008 et 2009, les reproductions se déroulent souvent dans le Sahara méridional, plus précisément dans les régions de Bordj Badji Mokhtar, In Guezzam et de moindre importance dans le versant sud ouest du Hoggar. Les reproductions importantes conduisent généralement à l'apparition massive d'ailés immatures (cas de la phase automnale 2007).

Ensuite progressivement, dès les mois de janvier, ces jeunes ailés immatures commencent à disparaître et à devenir rares dans les régions méridionales. En revanche, dès le début de février des signalisations font état d'accroissement considérable du criquet dans les régions du Hoggar (cas de la phase hivernale 2008).

En fonction de la pluviométrie et du potentiel végétal des reproductions peuvent débuter dès les mois de Février et s'achever en juillet au niveau du Sahara central (cas de la phase printanière 2008). Dès le mois de Juillet de chaque années nous constatons l'absence ou la rareté des criquets dans le Sahara central et leur réapparition à cette période même dans les régions méridionales.

Guendouz-Benrima (2005), indique que deux reproductions par an sont possibles pour les solitaires et les transiens, l'une au Sahara central au printemps et l'autre en automne au Sahara méridional, en fonction évidemment du régime pluviométrique.

Les interventions engagées contre les fortes concentrations larvaires et les ailés en regroupement de ponte, viennent conforter davantage l'importance des reproductions acridiennes durant les deux périodes, printanière et automnale. En effet, au courant des quatre années de rémission de 2006 à 2009, l'ensemble des interventions effectuées contre des populations acridiennes dépassant le seuil de tolérance, soit un nombre supérieur à 600 individus à l'hectare, ont été réalisées en deux périodes, l'une s'étendant de mars à juillet avec un pic de 109 signalisations durant le mois de mai de chaque année et une autre intervention de moindre importance s'étendant sur les deux mois novembre à décembre avec un pic de 28 signalisations durant le mois de décembre, (Fig.81).

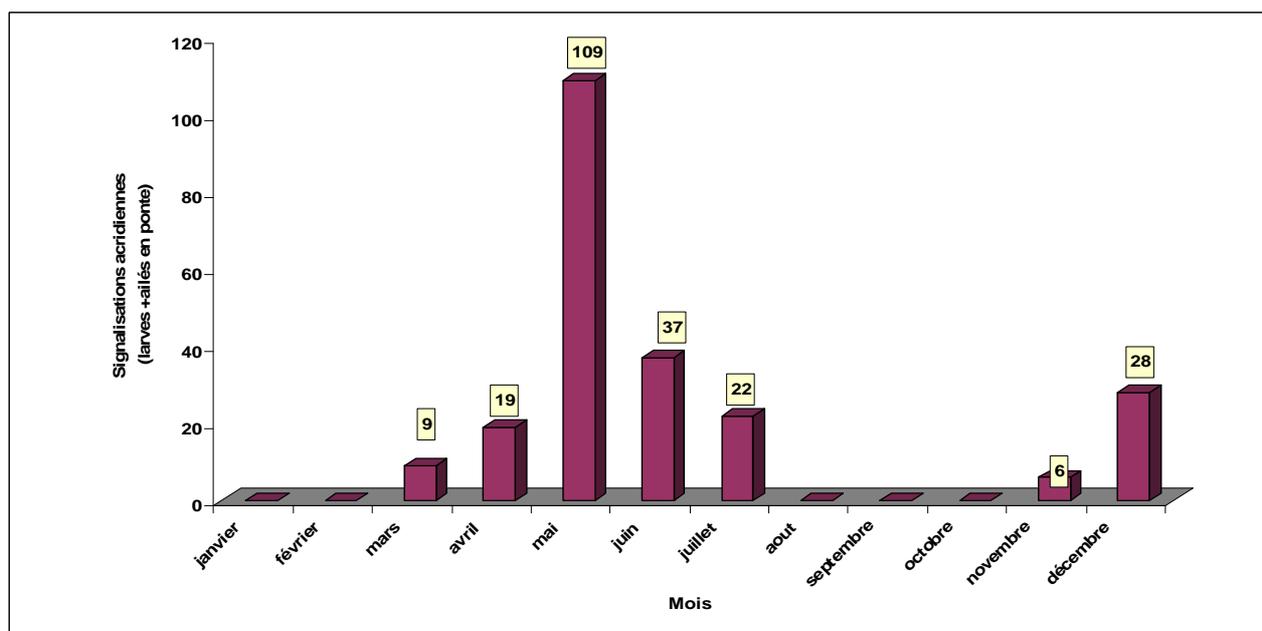


Figure 81 : Les périodes de signalisations acridiennes de larves et ailés en ponte (Période 2006/2009)

Popov (1997) explique que dans le Sahara algérien, c'est-à-dire au niveau 22-30°N, du fait de la distribution erratique des précipitations sahariennes, les larves peuvent apparaître à n'importe quel mois en faible nombre mais un peu plus important d'Avril à Juin. Pour les reproductions larvaires présentes entre Octobre et Novembre dans l'extrême sud, le même auteur indique que ces larves sont une extension des populations du Mali et du Niger.

Guendouz-Benrima (2005), indique qu'en période de rémission et de fin de recrudescence, les populations solitaires restent généralement dispersées à cause de l'étendue de la végétation et ne commencent à constituer un potentiel dangereux qu'au printemps au Sahara central et en automne au Sahara méridional.

Lazar (2005) indique que les zones de haute fréquence durant la période automno-hivernale sont situées en plein couloir extrême sud – Sahara central compris entre 20° et 30° Nord et 1° et 9° Est. Dans ces régions s'exerce une complémentarité écologique saisonnière été – automne-hiver et les criquets quittent les zones méridionales après le retrait du FIT et le dessèchement de la végétation à la fin des saisons de pluies, vers le Sahara central.

Pour la période estivale le criquet pèlerin colonise les zones méridionales, qui bénéficient des pluies de mousson, générées par la remontée du Front Intertropical. Ceci commence généralement dès le mois de juin et s'étale parfois jusqu'au mois d'octobre. Le criquet pèlerin y trouve des conditions écologiques favorables pour son maintien. Ces biotopes se limitent essentiellement aux zones d'accumulation et d'épandage des principaux oueds de l'extrême sud.

IV.3.2. Détermination du Statut phasaire des criquets pèlerins capturés

L'objectif principal de l'étude des indices morphométrique est d'examiner sur le terrain le statut phasaire adopté par le criquet pèlerin en phase de rémission dans ses biotopes. Bouaichi et Simpson (2003), notent que le rapport F/C est considéré comme le meilleur indicateur diagnostic pour la différenciation entre la forme solitaire et la forme grégaire. Pour avoir un résultat significatif sur le statut des différentes populations évoluant dans le Sahara algérien durant la période post-invasion, nous avons réalisé des captures sur deux années consécutives (2009 et 2010) et dans 8 sites situés dans trois régions abritant des zones de reproduction potentielles du criquet

pèlerin, en l'occurrence le Sahara central dans les régions d'Oued El Botha au Nord du Hoggar, Oued Saoura dans la wilaya de Béchar, et les périmètres irrigués dans la wilaya d'Adrar, ainsi que le Sahara méridional au versant sud ouest du Hoggar.

A l'exception de la population hivernale de Oued Amded, l'ensemble des individus mesurés proviennent de populations issues de reproduction printanière, du fait que les captures ont été réalisées en avril et mai des deux années 2009 et 2010.

Au cours des différentes prospections réalisées durant les deux années 2009 et 2010, nous avons prélevé 163 individus, dont 81 mâles et 82 femelles.

Les valeurs moyennes des rapports morphométriques Elytre sur Fémur (E/F) et Fémur sur Capsule céphalique (F/C) dans les 8 stations étudiées fluctuent chez les mâles de 2,02 à 2,13 pour le rapport E/F et de 3,65 à 3,95 pour le rapport F/C. Pour les femelles E/F varie entre 2,09 à 2,15 et F/C varie entre 3,83 à 4,03.

Se référant à l'échelle de Dirsh (1953) et à la représentation de la figure (74), il en ressort que les populations acridiennes des deux sexes évoluant dans les différentes régions sahariennes (centrale et méridionale) sont pour la plupart des transiens à tendance solitaire, du fait que les captures ont été réalisées en phase d'accalmie et dans des biotopes caractérisés par une végétation dense, chose qui empêche le regroupement des criquets. Nous avons aussi des individus purement solitaires mais avec des effectifs relativement très faibles et une absence totale de grégaires. Cela peut se justifier par la faiblesse des densités de criquets dans les zones infestées entre 2009 et 2010 et dont la quasi-totalité ne dépassaient pas les 2000 individus à l'hectare, soit 0,2 individu/m².

Plusieurs auteurs nationaux et étrangers ont travaillé sur les caractéristiques morphométriques au niveau du sud Algérien. Nous pouvons citer ceux réalisés par Volkonsky (1939, 1940 et 1942) où il a rapporté que les populations du criquet pèlerin présentes dans le Sahara central entre 1939 et 1941 étaient des populations de statut solitaire.

Seddik (1995) a noté que les populations acridiennes étudiées au niveau d'Adrar est de statut transiens. Le même résultat a été noté par Ouchen (1995) dans la région de Tamanrasset.

Les travaux réalisés par Kara (1997) entre 1993 et 1995 dans la région d'Adrar ont montré que les populations étudiées s'apparentaient à l'état transiens.

Doumandji-Mitiche et al. (1996). pendant la recrudescence du criquet en Algérie au niveau des régions de Tamanrasset et Adrar en 1995 ont signalé la présence de populations transiens dissocians.

La même étude réalisée par Khider (1999) dans la région de In Salah en 1995 a révélé la présence de populations de criquets pèlerins de statut phasaire transiens congrégans. Le même auteur a indiqué, dans son étude biométrique sur les populations de criquets pèlerin dans trois stations au niveau d'Adrar, à savoir Bâamor, Aoulef et Zaouiet kounta, qu'il s'agit de transiens.

Sellam (1997) a également signalé dans son étude dans la région de la Saoura la présence des acridiennes de statut transiens congrégans.

Cherief (2000) a observé dans la région d'Adrar en 1996 et 1998 des populations constituées principalement d'individus transiens dissocians.

Guendouz- Benrima (2005) à travers son étude sur la répartition des populations du criquet pèlerin au niveau du sud algérien entre 1994 et 1998, a noté que l'échantillonnage des populations acridiennes dans les différents biotopes dans le sud algérien a montré que les populations homogènes solitaires et les populations hétérogènes de type solitaire transiens et solitaire-transiens-grégaire, sont réparties entre les différents secteurs du Sahara central et méridional pendant deux périodes de l'année, au printemps et en automne.

Kaidi (2006) rapporte dans son étude morphométrique sur le criquet pèlerin dans le Hoggar en 2006 que les populations étudiées étaient des transiens avec la présence de quelques individus solitaires, et quelques individus grégaires probablement issues des populations résiduelles de post invasion.

Kherbouche (2007) dans son étude morphométrique sur le criquet pèlerin lors de l'invasion 2004 dans la région d'Adrar précise que la population échantillonnée est de statut grégaire.

Bensalah (2009), indique que les populations acridiennes dans la région de Biskra lors de l'invasion 2004 étaient des grégaires.

IV.3.2.1. Application de l'Analyse en composante principale (ACP) à l'étude de l'état phasaire des populations acridiennes

L'application de l'ACP pour les individus capturés dans différentes régions sahariennes durant les années 2009 et 2010 montre que le rapport de E/F et F/C évoluent inversement l'un par rapport à l'autre. Les pourcentages d'inertie des deux axes pris en considération exprimant les taux de contribution sont de 50,98 % pour l'axe 1 et de 26,84 % pour l'axe 2.

Pour le pourcentage de contribution de chaque variable Fémur (F), Elytres(E), Capsule céphaliques (C) et les rapports morphométriques E/F et F/C dans la formation des axes, la variable Fémur contribue le plus dans la formation de l'axe 1 avec un taux de 36,43%. Elle est suivie par la variable Elytre (33,3%). Par contre pour l'axe 2, le rapport E/F est celui qui contribue le mieux (45,04%). Suivi par le rapport de F/C (42,27%). Pour les pourcentages d'inertie globale pour les deux axes, le taux de contribution sont de 50,98 % pour l'axe 1 et de 26,84 % pour l'axe 2.

La représentation spatiale de l'ensemble des individus mâles et femelles capturés suivant les différentes variables et rapports, indique que cette population est hétérogène à deux caractères solitaires et transiens.

Conclusion générale et perspectives

La prévention contre les invasions du criquet pèlerin commence tout d'abord par une bonne connaissance du fonctionnement des biotopes et cela ne peut se faire que par l'exploitation de toutes les données disponibles en Algérie.

L'adoption de la lutte préventive en Algérie depuis les années 60, à travers le déploiement des équipes sur terrain, nous a permis d'avoir un potentiel inestimable d'informations sur le criquet pèlerin et son environnement.

L'apport de la FAO durant ces dernières années, en matière de gestion de l'information au niveau des pays concernés par le fléau acridien, notamment par l'introduction de la nouvelle technologie (SIG, Elocust 2 et Elocust Mapper) a révolutionné la lutte antiacridienne.

La présente étude a été réalisée en exploitant toutes les données existantes de 2006 à 2009 et en utilisant les outils modernes disponibles, dans le but d'améliorer davantage les opérations de surveillance et de lutte en phase de rémission, notamment à travers la réduction du nombre d'équipes sur terrain, l'établissement des calendriers de surveillance et d'itinéraires de prospection pendant certaines saisons de l'année.

Selon la FAO, dans les décennies passées il était difficile de circonscrire et de cibler les zones susceptibles d'abriter les pullulations primaires en vue de les localiser. Les connaissances actuellement disponibles sur la bio-écologie, la dynamique et le comportement des populations acridiennes, les expériences de terrain accumulées par les pays concernés, les moyens offerts par les technologies nouvelles (imagerie satellitaire pour la météorologie et la végétation) ainsi que les moyens d'orientation (GPS et DGPS), de récolte, transmission, stockage et traitement de l'information (*eLocust et Ramses*) permettent actuellement de conduire de façon scientifique et efficace la stratégie de lutte préventive.

Concernant les frais induits par les opérations de surveillance et de lutte, le coût de l'invasion 2003-2005 a été évalué à 570 millions d'USD alors que celui d'une année de lutte préventive dans l'ensemble de la Région Occidentale de l'Afrique est estimé à environ 3,3 millions d'USD. Ce qui veut dire que, les dépenses occasionnées entre

octobre 2003 et mai 2005 (moins de 2 ans) auraient pu financer 170 années de lutte préventive.

Les prospections menées de 2006 à 2009, ont permis de récolter 12.205 relevés, représentant le fruit des différentes prospections réalisées dans toutes les wilayate du grand sud algérien.

Afin de pouvoir localiser les périodes et les zones qui ont fonctionné, l'étude a été réalisée en procédant à l'interprétation cartographique et en fonction des saisons de toutes les signalisations acridiennes vécues de 2006 à 2009.

A partir de l'étude du fonctionnement des biotopes du criquet pèlerin dans le sud algérien, nous pouvons constater que toutes les wilayate de l'extrême algérien sont concernées par le criquet, soit par des passages des criquets en mouvement, comme le cas de Tindouf, ou par des reproductions localisées, comme le cas de Tamanrasset, Illizi, Béchar et Adrar.

L'étude nous a permis de conclure que l'activité est importante après des pluies suffisantes à générer des conditions écologiques d'humidité et de végétation favorables. Les données de la prospection couplées aux données météorologiques montrent que tous les cas de regroupements acridiens et les fortes concentrations de criquets au niveau du Sahara algérien ont été conditionnés par les pluies.

A travers la présente étude, nous pouvons déduire que le criquet pèlerin est présent dans le Sahara algérien durant toutes les saisons de l'année. Cependant, l'intensité des pluies détermine l'ampleur de l'activité acridienne et le régime influe sur sa répartition.

A partir des signalisations de larves ou d'ailés en accouplement enregistrées entre 2006 et 2009, huit zones de reproduction se distinguent au niveau du Sahara algérien dont les plus importantes sont localisées au niveau de la wilaya de Tamanrasset à savoir le Nord Ouest du Hoggar (les Oueds de l'Ahnet) et au Nord du Hoggar (Mouydir) et au niveau de la wilaya d'Adrar, particulièrement les zones des pivots et la région d'In Belbel. Dans une moindre mesure nous pouvons citer l'Oued Saoura, la région de Tabelbala (la wilaya de Béchar) oued Illizi, Bordj Badji Mokhtar (w. d'Adrar) et le versant sud ouest du Hoggar (w. de Tamanrasset).

Concernant la période de fonctionnement de ces zones, l'étude réalisée vient appuyer ce qui a été cité par plusieurs auteurs acridologues et dans plusieurs ouvrages, notamment Popov en 1991 et 1995, M.A. et M. T. Volkonsky, (1942) et Guendouz-Benrima (2005). De ce fait, nous pouvons dire que l'Algérie par sa situation géographique contribue nettement à l'accroissement des populations acridiennes ou du moins abrite véritablement des zones de reproduction qui fonctionnent par intermittence suivant le régime des pluies. Une reproduction printanière a lieu dans le Sahara central, sous l'influence des dépressions à régime méditerranéen, s'étalant de fin février au début juillet et une reproduction automno-hivernale de moindre importance qui se manifeste dans le Sahara méridional et s'étalant d'octobre à décembre au niveau des régions sous l'influence des pluies de mousson d'origine atlantique générées par la remontée du Front Intertropical.

Aussi, les données relatives aux signalisations significatives nécessitant des interventions de traitement, notamment les fortes concentrations larvaires et les ailés en regroupement de ponte, confirme l'existence de reproductions acridiennes importantes durant la période printanière et de moindre importance la période automnale. L'ensemble des interventions effectuées contre des populations acridiennes dépassant le seuil de tolérance, soit un nombre supérieur à 600 individus à l'hectare, ont été réalisées en deux périodes. L'une s'étendant de Mars à Juillet avec un pic de 109 signalisations durant les mois de Mai et une autre de moindre importance s'étendant sur deux mois de Novembre à Décembre avec un pic de 28 signalisations durant le mois de Décembre.

Au terme de cette partie, nous pouvons dire que la prospection doit se limiter à deux périodes et deux aires : Une prospection printanière dans le Sahara central en focalisant les efforts au niveau des différentes régions de Tamanrasset et une prospection automnale dans le Sahara méridional.

Les différents diagrammes réalisés à partir des mesures morphométriques prises sur 81 mâles et 82 femelles issus des captures réalisées durant les années 2009 et 2010 dans 5 biotopes du Sahara central et un biotope du Sahara méridional, font ressortir que les populations mâles et femelles qui évoluent dans les deux Sahara (méridional et central) pour les deux années 2009/2010 sont pour la plupart des Solitaires-transiens. Nous

avons aussi des individus purement solitaires mais avec des effectifs relativement faibles et une absence totale d'individus grégaires.

A l'issue de ce travail de recherche basé exclusivement sur l'exploitation des données et des outils de nouvelles technologies disponibles au niveau du département de lutte antiacridienne à l'INPV appuyé par des sorties sur terrain, nous a permis de déduire que la stratégie de lutte préventive préconisée par la FAO en matière de lutte antiacridienne basée sur la surveillance et qui a été adoptée par l'Algérie depuis les années 60 a contribué nettement à l'enrichissement des connaissances sur le criquet et son environnement. A cet effet, il serait intéressant d'approfondir les recherches sur la répartition des biotopes acridiens en déterminant toutes les zones de hautes fréquences acridiennes et en exploitant toutes les données disponibles dans RAMSES notamment celles liées à la végétation et au type de sol ceci afin d'arriver un jour à une meilleure compréhension du phénomène acridien imprévisible.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **ALLAL-BENFEKIH, 2006.**, *Recherches quantitatives sur le criquet migrateur *Locusta migratoria* (Orth. Oedipodinae) dans le Sahara algérien. Perspectives de lutte biologique à l'aide de microorganismes pathogènes et de peptides synthétiques.* Thèse doctorat. Agro., Inst. Nati. Agro., El Harrach, 85 p.
2. **ANONYME, 1982-** *Plan de développement et d'aménagement de la Wilaya d'Adrar.* Cent. Nat. Etu. Ana., Alger, 288 pp.
3. **BAALI-CHERIF D., 2007-** *Etude des populations d'olivier de Laperrine (*Olea europaea* sub sp. *laperrine*) du Sahara central algérien (Hoggar et Tassili). Aspects biologiques et caractérisation moléculaire.* Thèse Doctorat d'Etat, USTHB. Bab Ezzouar, 160 p.
4. **BENSALAH M. K. 2009,** *Etude de quelques aspects bioécologiques du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae) durant l'invasion 2004-2005 dans la région de Biskra.* Thèse de Magister en sciences agronomiques, Inst. Nat. Agro. El Harrach, 150 p.
5. **BOUAICHI A. & SIMPSON J., 2003** – Density-dependant accumulation of phase characteristics in natural population of the desert locust *Schistocerca gregaria*. *Physiological entomology*, (28) : 25 – 31.
6. **BRADER L., DJIBO H., FAYE F. G., GHAOUT S., LAZAR M., NGUALA, P. M. & OULD BABAH, M. A., 2006.** *Towards a More Effective Response to Desert Locusts and their Impacts on Food Insecurity, Livelihoods and Poverty. Independent Multilateral Evaluation of the 2003-05.* Desert Locust Campaign. - FAO : Rome. 113p.
7. **CHARA B., 1995a** - Facteurs qui favorisent les pullulations acridiennes. Formation des bandes larvaires et des essaims. Stage de formation en lutte antiacridienne, 17- 27 septembre 1995, *INPV-OADA., El Harrach, Alger, : 53 - 67.*
8. **CHARA B., 1995b,** Polymorphisme phasaire chez les acridiens. Stage de formation en lutte antiacridienne 17 – 27 septembre 1995, *INPV-OADA., El Harrach, Alger, : 46 -51.*
9. **CHARA B., 1995c,** Eléments sur la biologie et l'écologie du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). Stage de formation en lutte antiacridienne. 17 – 27 septembre 1995, *INPV-OADA., El Harrach, Alger, :32-45.*
10. **CHARA B. 1998,** *Organisation de la lutte antiacridienne en Algérie.* Historique et évolution des moyens- CLCPANO : Alger, : 53p.
11. **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 scien. agro., Inst. nati. agro., El Harrach, 135 p.
12. **C.L.C.P.R.O. 2010** - *Programme EMPRES phase II (Système de prévention et de réponse rapide contre les ravageurs et maladies transfrontières des animaux et des plantes / Composante Criquet pèlerin dans la Région Occidentale de l'Afrique).* Commission de lutte contre le criquet pèlerin en région occidentale (CLCPRO). 40p.

13. **CRESSMAN K. & SYMMONS P. M., 2001.** *Directives sur le Criquet pèlerin. 1. Biologie et comportement.* Food an Agriculture Organization of the United Nations (FAO) : Rome. - 2 e éd. orig.: 1994 + vi +43p.
14. **DAJOZ R., 1985** – *Précis d'écologie.* Ed. Dunod, Paris, 505 p.
15. **DIRSH V. M., 1953** – Morphometrical studies on phases of the desert locust (*Schistocerca gregaria*, Forskal). *Anti-locust bull.*, (16): 1-34.
16. **DOUMANDJI-MITICHE B., DOUMANDJI S., SEDDIK A. et OUCHEN D., 1996** - Comparaison des indices morphométriques de la sauterelle pèlerine *Schistocerca gregaria* à Adrar et Tamanrasset (Sahara, Algérie). *Med. fac. Landbouww., Univ. Gent*, 61, (3a) : 777 – 780.
17. **DURANTON J.-F. & LAUNOIS M., 1982.** - *Mission exploratoire sur le Criquet pèlerin dans l'Adrar des Iforas, le Tamesna et l'Air, 21 juillet- 20 septembre 1980.* - Projet doc. multigr.- Coll. : Stations de recherche acridienne sur le terrain, séries techniques. - FAO : Rome. - III + 47 p. 95.
18. **DURANTON J.-F. & LECOQ M., 1990.** - *Le Criquet pèlerin au Sahel.* -Coll. : *Acridologie opérationnelle*, n° 6 - CILSS-DFPV / Ministère des Affaires Étrangères des Pays-Bas / CIRAD-GERDAT-Prifas : Niamey / La Haye / Montpellier. – 183.
19. **DURANTON J.-F., LECOQ,M. & RACHADI T., 1995.** - *Stratégies de lutte antiacridienne contre le Criquet pèlerin : concepts, contraintes, perspectives.* - CIRAD-GERDAT-PRIFAS : Montpellier. - 25 p.
20. **EMBERGER L., 1955** - Projet d'une classification géographique des climats. *L'année de biologie*, 3^e série, T. 31 : 249 - 255.
21. **ENCARTA 2009** – Carte géographique de l'Algérie. Ed. Encarta, 1p.
22. **GUENDOZ-BENRIMA A., 2005** – *Ecophysiologie biogéographie du Criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forsk. 1775) (Orthoptera, Acrididae) dans le sud Algerien.* Thèse Doctorat d'Etat, Inst. Nati. Agro. El Harrach, 210p.
23. **HAMDINE O., 2001-** *Conservation du Guépard (Acinonyx jubatus Schreber, 1776) de la région de l'Ahaggar et du Tassili n'Adjjer en Algérie-* Programme U.I.C.N. pour l'Afrique du Nord, Tamanrasset, 50 p.
24. **I.N.P.V., 2010-** *Bilans de la lutte antiacridienne de 1987 à 2010.* Ed. Institut National de la Protection des végétaux. 12p.
25. **I.N.P.V., 2004** – *Stratégie de prospection et de lutte contre le criquet pèlerin.* Ed. Institut National de la Protection des Végétaux, 15p.
26. **KAIDI N., 2006–** *Bioécologie de Schistocerca gregaria Forskål, 1775 (Orthoptera, Cyrtacanthacridinae) dans la région de l'Ahaggar. Essai de lutte biologique au moyen de champignons entomopathogènes : Beauveria bassiana et Methrizium anizopliae var. acridum* Thèse Magister, Inst. nati. agro., El Harrach, 162p.
27. **KARA F.Z., 1997** - *Etude de quelques aspects écologiques et régime alimentaire de Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (Acrididae, Cyrtacanthacridinae) dans la région d'Adrar et en conditions contrôlées.* Thèse Magister, Inst. nati. agro., El Harrach, 182 p.

28. **KEITA M. N. 2009** - *Contribution à l'amélioration de la lutte préventive par l'étude de la biogéographie le Criquet pèlerin au Mali*. Mémoire de troisième cycle, Inst. Agro et Vét. Hassan II, Agadir, Maroc. 96 p.
29. **KHERBOUCHE Y., 2007**- *Etude de quelques aspects bioécologiques et régime alimentaire de Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (acrididae. Cyrtacanthacridinae) dans la région d'Adrar (Sahara, Algérie)*. Thèse de Magister en sciences agronomiques, Inst. Nat. Agro. El Harrach, 155 p.
30. **KHIDER B., 1999** – *Biométrie et régime alimentaire et répartition des zones de reproduction du criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (Orthoptera, Cyrtacanthacridinae), au sud Algérien*. Thèse Magister agro., Inst. nat. agro., El-Harrach, 142p.
31. **LAZAR M., 2005** – *Zones de reproduction potentielle du criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forsk., 1775) dans le Sud algérien : délimitation et suivi de l'évolution de la végétation aux moyens d'images satellitales*. Thèse Magister scien. agro., Inst. nati. agro., El-Harrach, 76 p.
32. **LECOQ M., 1999**. - *Lutte contre le Criquet pèlerin. Stratégie commune et restructuration des organismes chargés de la lutte antiacridienne en région occidentale*. Note de synthèse suite aux réunions tenues à la FAO Rome du 22 au 24 février et les 21 et 22 mai 1999. - CIRAD-AMIS-PC-Prifas : Montpellier. - 4 p.
33. **LECOQ M., 2005**. - *Enseignements de la récente invasion du Criquet pèlerin en Afrique - 7^e conférence internationale sur les ravageurs en agriculture, Montpellier, France, 26-27 octobre 2005*. - AFPP-Association française de protection des plantes : Paris. - p. 114
34. **MONOD T. 1931**. *L'Adrar Ahnet. Contribution à l'étude physique d'un district saharien. I. Partie. Rev. Géogr. phys. Géol. dyn.*, 4 (2) : 107-148.
35. **MOUMEN K., 1997.**, *La transformation phasaire chez le criquet pèlerin, Schistocerca gregaria (Forskål, 1775). Mécanisme et action de l'alimentation*. Mémoire de D.E.A. en Ecologie Animale. Faculté des sciences de Tunis : 36p.
36. **MOUMEN K., 2002** - *Organisation et fonctionnement de la lutte antiacridienne en Algérie*. Ed. Institut national de la protection des végétaux, El-Harrach 10 p.
37. **MOUMEN K., 2005**- *L'invasion acridienne 2003/2004 en Algérie : Gestion et moyens pour y faire face. 6^{ème} journ. Protec. Végét. Inst. Nati.*, 6 mars 2005, El Harrach p.12.
38. **O.N.M., 2006** – *Données climatiques des wilayate du Sud* Ed. Centre de météorologie, Alger ; 102 p.
39. **O.N.M., 2007** – *Données climatiques des wilayate du Sud* Ed. Centre de météorologie, Alger ; 99 p.
40. **O.N.M., 2008** – *Données climatiques des wilayate du Sud* Ed. Centre de météorologie, Alger ; 108 p.
41. **O.N.M., 2009**– *Données climatiques des wilayate du Sud* Ed. Centre de météorologie, Alger ; 95 p.

42. **O.N.M.**, *Résumés annuels du temps en Algérie de 2005 à 2009*. Centre de climatologie, Algérie, n°28, 112 p.
43. **OUCHEN D.**, 1995- *Quelques aspects biologiques de Schistocerca gregaria (Forskäl, 1775) (Orthoptera, Acrididae) dans la région de Tamanrasset et en conditions contrôlées*. Thèse Ing. Agro., inst. Nati. Agro., El Harrach, 85 p.
44. **OULD AHMEDOU, M. L.**, 2002. - *Analyse écologique des formations grégaires de larves du Criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskäl, 1775) et leur impact sur les ressources végétales en Mauritanie*. Faculté des sciences d'Agadir (Maroc). - VI +114 p.
45. **OULD EL HADJ M.D.**, 2004 – *Le problème acridien au Sahara algérien*. Thèse Doctorat scien. agro., Inst. nati. agro., El-Harrach, 276 p.
46. **OZENDA P.**, 1983 - *Flore du Sahara*. Ed. Centre nati. rech. sc., Paris, 622 p.
47. **POPOV, G. B.**, 1997 – *Atlas des aires de reproduction du Criquet pèlerin*. (53 cartes). Dressée en 1992. – FAO : Rome. [Notice parue en 1997]
48. **POPOV G. B., DURANTON, J.-F. & GIGAULT, J.**, 1991. *Etude écologique des biotopes du criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskäl, 1775) en Afrique Nord Occidentale. Mise en évidence et description des unités territoriales écologiquement homogènes*. Coll. : Les Acridiens- CIRAD-PRIFAS : Montpellier. xlii+744p.
49. **QUEZEL P.** 1954. Contribution à l'étude de la flore et de la végétation du Hoggar. *Mém. Inst. Recher. Sah*, 2: 164, 10 pl.
50. **SEDDIK A.**, 1995 - *Développement ovarien et charge alaire du criquet pèlerin: Schistocerca gregaria (Forskäl, 1775) (Orthoptera, Acrididae) et du criquet migrateur: locusta migratoria cinerascens Bonnet et Finot, 1889 (Orthoptera Acrididae) à Adrar. Cycle biologique du criquet pèlerin au laboratoire*. Thèse Ing. agro. Inst. nati. agro., El Harrach, 141 p.
51. **SELLAM K.**, 1997- *Etude préliminaire sur l'Eco éthologie de Schistocerca gregaria (Forskäl, 1775) (Orthoptera, Acrididae) dans la région de Béchar*. *Mém. Ing. Université. de Blida*, 150 p.
52. **SITOUH M.**, 1976- *Relation entre les crues et Schistocerca gregaria (Forskäl) en phase solitaire dans le Sahara central de 1967 à 1972- Ann. Inst. Nat. Agron. El harrach (Algérie)*. VI (4): 33-83.
53. **STEEDMAN A.**, 1988. *Locust handbook. Overseas development*: Natural Resources Institute: London. 191p.
54. **SYMMONS P.M. et CRESMAN K.**, 2001 –*Directives sur le criquet pèlerin - Biologie et comportement*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, 43 p.
55. **UVAROV B.P.** 1977. *Grasshoppers and locusts*. Vol 2. Cambrid university Press Cam-bridge, 613 pp.
56. **VERLET B.**, 1974 - *Le Sahara*. Ed. Presses universitaires de France, Paris, 126 p.
57. **VOLKONSKY M.A** 1942. Une mission d'étude de *Schistocerca gregaria (Forskäl)*, phase solitaire dans le Sahara central (Hoggar, Assegrad, Ahnet) novembre - décembre 1940. (Quatrième rapport préliminaire) *Arch. Inst. Pasteur d'Algérie*, 19 (2) : 313-325.

- 58. VOLKONSKY M.A et VOLKONSKY M.T., 1939.** Rapport préliminaire sur une mission d'étude des acridiens dans le Mouydir et le Tademaït (Mai-juillet 1939) : *Arch. Inst. Pasteur Algérie*, 17(4) 634-649, 1 map.
- 59. VOLKONSKY M.A et VOLKONSKY M.T., 1940.** Quatrième rapport préliminaire. Une mission d'étude de *Schistocerca gregaria* (Forskäl) dans le Sahara central algérien : Hoggar, Ahnet, Assegrad. Décembre 1940. *Arch. Inst. Pasteur Algérie*, 19 (2)

Résumé :

Etude du fonctionnement des biotopes du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskäl, 1775) (*Acrididae, Cyrtacanthardinae*) dans le Sahara algérien et indices morphométriques.

Notre travail consiste en premier lieu à l'étude du fonctionnement de quelques biotopes du criquet pèlerin à partir de la distribution des signalisations acridiennes de 2006 à 2009. Cette étude a été réalisée, en exploitant toutes les données existantes et en utilisant les outils modernes disponibles au niveau de l'INPV tels que le GPS (*Global Positioning System*), le système d'information géographique (*RAMSES*), les appareils de transmission satellitaire des informations acridiennes (*Elocust 2*) et Application de transfert de données acridiennes via satellite (*Elocust Mapper 1.12*). Le traitement et la cartographie de 12.205 relevés, effectués par les prospecteurs de l'INPV dans les wilayate du sud à savoir Tamanrasset, Adrar, Bechar, Tindouf et Illizi, ont confirmé l'existence de deux périodes de reproduction, une reproduction printanière dans le Sahara central, sous l'influence des dépressions à régime méditerranéen, s'étalant de fin février au début juillet et une reproduction automnale de moindre importance se déroulant dans le Sahara méridional, sous l'influence des pluies de mousson, s'étalant d'octobre à décembre. Le résultat de la distribution des larves et des ailés en reproduction a fait ressortir 8 zones de reproduction au niveau de Tamanrasset, Adrar, Bechar et Illizi.

En deuxième lieu nous avons réalisé des mesures morphométriques sur 81 mâles et 82 femelles, issus des différents biotopes durant les deux années 2009 et 2010. Les diagrammes ont montré que les populations mâles et femelles qui évoluent dans les deux Sahara, méridional et central pour les deux années 2009/2010, sont pour la plupart des Solitaires-transiens avec présence de rares individus purement solitaires et une absence totale d'individus grégaires.

Mots clés : Criquet pèlerin, cartographie, distribution, reproduction, morphométrie

Abstract :

Study of the Functioning of biotopes of *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) (Acrididae, Cyrtacanthardinae) in Sahara of Algeria and morphometric indices .

Our job is primarily to study the function of a few biotopes of the desert locust according to the distribution of locust reports from 2006 to 2009. This study was achieved by using all existing data and modern tools such as GPS (Global Positioning System), the geographic information system (RAMSES), satellite transmission of locust information devices (2 eLocust) , Application and use of locust data transfer via satellite (eLocust Mapper 1.12). The Processing and the mapping of 12,205 records; made by INPV prospectors all over southern regions namely Tamanrasset, Adrar, Bechar, Tindouf and Illizi ; confirmed the existence of two breeding seasons; spring breeding in Central Sahara under the influence of the Mediterranean diet depressions, it spreads out from late February to early July and a autumnal breeding of lesser importance occurring in the southern Sahara under the influence of monsoon rains ; it spreads out from October to December. The result of the mapping of larvae and reproductive adults highlighted (8) areas of breeding at Tamanrasset, Adrar, Bechar and Illizi.

Secondly we performed morphometric measurements on 81 males and 82 females from different biotopes during 2009 and 2010. The diagrams showed that male and female populations which evolve in both southern and central Sahara during 2009/2010 are mostly transient-Solitaires with the presence of rare purely solitary individuals and a total absence of individuals gregarious.

Key words : Locust, mapping, distribution, reproduction, morphometry

ملخص :

في الجزء الأول من عملنا قمنا بدراسة نشاط بعض موائل الجراد الصحراوي باستخدام المعلومات المتوفرة من 2006-2009 هذه الدراسة تمت باستخدام كافة البيانات الموجودة و استغلال الأدوات الحديثة مثل نظام تحديد المواقع (GPS) ونظام المعلومات الجغرافية (RAMSES) و وسائل إرسال المعلومات عبر الأقمار الاصطناعية (ELOCUST2) ونظام تحويل المعلومات (ELOCUST MAPPER 1.12) العلاج الجغرافي لـ 12.205 تقرير بياني مستخلص من عمليات الاستكشاف قام بها مستكفين المعهد الوطني لوقاية النباتات في جميع ولايات الصحراء الكبرى للجزائر.

أكدت عن وجود مرحلتين لتكاثر الجراد في الجزائر، مرحلة تكاثر ربيعية في الصحراء الوسطى تحت تأثير نظام الأمطار البحر الأبيض المتوسط و التي لمنذ من أواخر فبراير إلى أوائل جويلية و تكاثر خريفي شتوي بأقل أهمية يمتد من أكتوبر إلى ديسمبر في جنوب الصحراء الكبرى تحت تأثير أمطار الموسمية.

نتائج توزيع الحوريات و الحشرات البالغة في حالة تزاوج و تبيض أكدت على وجود ثمانية مناطق تكاثر على مستوى تمناست ، أدرار ، بشار و أليزي .

في الجزء الثاني من الدراسة قمنا بأخذ قياسات 81 ذكر و 82 أنثى من بيئات مختلفة خلال العامين 2009-2010 وأظهرت الرسوم البيانية أن ذكور و إناث الجراد التي تعيش في الصحراء الوسطى و أقصى الصحراء خلال هذه الفترة في معظمها انفرادية و عابرة مع وجود عدد قليل من الأفراد الحالة الانفرادية و غياب تام للأفراد المرحلة التجميعة.

كلمات المفتاح : الجراد الصحراوي ، كرتوغرافيا ، توزيع ، تكاثر ، المورفوميترية