

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا للفلاحة - الحراش - الجزائر
Ecole Nationale Supérieure Agronomique – El – Harrach - Alger



En vue de l'obtention du diplôme de magister en sciences
agronomiques

Option : Entomologie appliquée

Thème

Etude de quelques aspects bioécologiques du criquet
pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) (Orthoptera,
Acrididae) durant l'invasion 2004 - 2005 dans la région de
Biskra

Présentée par: Mohamed Kamel BENSALAH

Soutenue le : 04/5/2009

Jury:

Président:	Mr DOUMANDJI S.	Professeur (ENSA)
Directeur de thèse:	Mme DOUMANDJI-MITICHE B.	Professeur (ENSA)
Examineurs:	Mme MOUHOUCHE F.	Maître de Conférences (ENSA)
	Mme GUENDOZ-BENRIMA A.	Maître de Conférences Univ. Blida
	Mr MOUMENE K.	Docteur - DG/INPV

Année Universitaire : 2008 – 2009

REMERCIEMENTS

Ces quelques lignes vont me permettre de remercier toutes les personnes qui m'ont beaucoup apporté au niveau scientifique mais aussi personnel, et sans qui, mon travail n'aurait pu aboutir.

J'exprime mes profonds remerciements à mon directeur de thèse, le professeur M^{me} DOUMANDJI-MITICHE Bahia qui m'a accordé l'honneur de diriger ce travail, sa précieuse aide, ses encouragements et ses conseils et pour l'aide compétente qu'elle m'a apportée, pour sa patience et son encouragement à finir ce travail. Son oeil critique m'a été très précieux pour structurer le travail et pour améliorer la qualité des différentes parties.

J'exprime ma profonde gratitude à Mr DOUMANDJI Salaheddine., professeur au département de zoologie agricole et forestière de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique – El – Harrach, d'avoir accepté la présidence du jury de cette thèse, qu'il trouve ici l'expression de mon profond respect.

J'exprime également ma reconnaissance à Mr MOUMENE Khaled., docteur, directeur général de l'institut national de la protection des végétaux qui a accepté de participer à ce jury.

A Mme MOUHOUCHE F., maître de conférences, qu'elle veuille accepter mes sincères remerciements pour avoir bien voulu juger ce travail.

J'exprime également ma reconnaissance à Mme., GUENDOUZ-BENRIMA A. maître de conférences à l'université de Blida, qui a accepté de participer à ce jury.

Mes plus sincères remerciements à mon très cher ami GUEZOUL Omar maître assistant à l'université de Ouargla.

J'exprime ma profonde gratitude à Mr DOUMANDJI Salleheddiene., professeur au département de zoologie agricole et forestière de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique – El – Harrach, de m'avoir aidé à identifier 15 espèces de criquets.

Mes remerciements vont également à Mr MOUSSI maître assistant à l'université de Biskra de m'avoir aidé à identifier trois espèces de criquets.

Mes sincères remerciements s'adressent à Mr GENDEZ Embarek ex directeur général de l'INPV pour son aide très précieuse pour la poursuite des mes études en poste graduation.

Mes sincères remerciements s'adressent à Mr SAOULI Noureddine directeur général de l'ITDAS de Biskra pour ses encouragements et son soutien moral.

Mes sincères remerciements à Mr NADJI Slimane directeur de la S.R.P.V. de Biskra pour son aide à la poursuite de mes études de post graduation.

Mes sincères remerciements à Mr LAMARI Abdelmalik maître de conférences à l'université de Batna pour la documentation précieuse qui m'a vraiment aidé.

Mes remerciements à Mr FATHALLAH Nacereddine ingénieur informaticien au CRSTRA de Biskra pour la réalisation du programme de dessin de l'abaque de Duranton.

Mes remerciements à Mr SOUCI Djamel ingénieur agro météorologue à l'ITDAS Biskra pour la fourniture des logiciels de statistique.

Mes sincères remerciements à mes chers amis : M^{elle} SALHI A., M^{me} CHIKH Y., Mrs MEHAOUA M.S., TABIB R., BOUBAKEUR N., SANA A., MAATALLAH S., MAATALAH A. et MENACER S., MIMECHE F., SAHARAOUI L. et DROUI H.

Mes sincères remerciements aux enseignants du département de zoologie agricole et forestière de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique – El – Harrach.

Mes sincères remerciements s'adressent à tous mes collègues de la station régionale de la protection des végétaux de Biskra pour leurs encouragements, sans oublier KARDI K. et TKOUTI L. pour leur précieuse aide.

Mes remerciements vont également à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

SOMMAIRE

	Page
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I - PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE BISKRA	
1.1. - Situation géographique.....	5
1.2. - Facteurs écologiques.....	6
1.2.1. – Relief.....	6
1.2.2 - Données climatiques.....	7
1.2.2.1 – Pluviométrie.....	8
1.2.2.2 – Température.....	10
1.3. – Synthèse bioclimatique de la région de Biskra.....	13
1.3.1. - Diagramme ombrothermique.....	13
1.3.2. - Climagramme d'Emberger.....	15
1.4. - Flore de la région d'étude.....	18
1.5. - Faune de la région d'étude.....	23
Conclusion	31
CHAPITRE II - DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES ACRIDIENS	
2.1. – Données bibliographiques sur les acridiens.....	33
2.2. – Systématique	33
2.3. - Caractéristiques de l'espèce <i>Schistocerca gregaria</i>	35
2.3.1. - Caractéristiques morphologiques.....	35
2.3.2. - Caractéristiques éco-éthologiques.....	43
2.3.3. - Caractéristiques biologiques.....	45
2.4. - Effet de l'alimentation sur le développement et le comportement de <i>Schistocerca gregaria</i> (Forskal, 1775)	48
2.4.1. - Influence de la nourriture.....	49
2.4.2. - Variations du régime alimentaire.....	51
2.4.2.1. – Oligophagie	52
2.4.2.2. – Monophagie	52
2.4.2.3. – Polyphagie.	52
CHAPITRE III – MATERIEL ET METHODES	
3.1. - Présentation des sites d'étude.....	54
3.1.1. – Tolga.....	54

3.1.1.1. - Présentation du site.....	54
3.1.1.2. - Caractéristiques édaphiques.....	55
3.1.1.3. - Caractéristiques floristiques.....	55
3.1.1.4. - Caractéristiques orthoptérologiques.....	56
3.1.2. – Chetma.....	57
3.1.2.1. - Présentation du site de Chetma.....	57
3.1.2.2. - Caractéristiques édaphiques.....	58
3.1.2.3. - Caractéristiques floristiques.....	58
3.1.2.4. - Caractéristiques orthoptérologiques.....	58
3.1.3. - Z'ribet El Oued.....	59
3.1.3.1. - Présentation du site.....	59
3.1.3.2. - Caractéristiques édaphiques.....	60
3.1.3.3. - Caractéristiques floristiques.....	60
3.1.3.4. - Caractéristiques orthoptérologiques.....	61
3.1.4. - Récapitulation de la zone de Biskra.....	62
Conclusion sur les stations d'étude.....	63
3.2. - Etude des indices morphométriques de <i>Schistocerca gregaria</i> (Forskal, 1775).....	65
3.2.1. - Matériel et méthode.....	65
3.2.1.1. - Matériel utilisé.....	65
3.2.1.1.1. – In situ.....	65
3.2.1.1.2. - Au laboratoire.....	65
3.2.1.2. - Méthodes utilisées.....	66
3.2.1.2.1. - Tableau de référence de Dirsh (1953).....	67
3.2.1.2.2. - Abaque morphométrique de Duranton et Lecoq.....	67
3.2.1.2.3. – Analyse en composantes principales.....	68
3.3. - Etude du régime alimentaire.....	68
3.3.1. - Matériel utilisé.....	69
3.3.1.1- In situ	69
3.3.1.2. - Au laboratoire.....	69
3.3.1.2. - Produits utilisés.....	69
3.3.1. - Méthode utilisée.....	70
3.3.2.1. - In situ.....	70
3.3.2.2. - Au laboratoire.....	70

3.3.2.2.1. - Epidermothèque de référence.....	71
3.3.2.2.2. - Analyse des fèces.....	72
3.3.3.- Exploitation des résultats.....	74
3.3.3.1.- Fréquence des espèces	74
3.3.3.1.1.- Principe.....	74
 CHAPITRE IV – RESULTATS	
4.1.- Indices morphométriques de <i>S. gregaria</i>	76
4.1.1.- Analyse biométrique de <i>Schistocerca gregaria</i> collectés des trois sites de la région de Biskra pendant l'invasion 2004 – 2005.....	76
4.1.1.1. – Tolga.....	76
4.1.1.2. – Chetma.	79
4.1.1.3. - Z'ribet El Oued.....	82
4.1.1.4. - Récapitulatif : Biskra.....	87
4.1.2- Analyse statistique.....	89
4.1.2.1. – Statistique élémentaire	89
4.1.2.2. – Matrice de corrélation.....	90
4.1.2.3. – Cercle de corrélation	92
4.1.2.4. – Analyse en composantes principales de la population.....	93
4.1.2.5. – Test Student t pour des échantillons indépendants.....	94
4.2.- Régime alimentaire de <i>S. gregaria</i>	95
4.2.1. – Tolga.....	95
4.2.2. – Chetma.....	97
4.2.3. - Z'ribet El Oued.....	100
4.2.4. – Récapitulation Biskra.....	104
 CHAPITRE V – DISCUSSIONS	
5.1. – Analyse morphométrique de toute la population de <i>Schistocerca gregaria</i> échantillonnée dans les trois sites de la région de Biskra durant la période de l'invasion de l'année 2004 –2005.....	112
5.1.1. – Détermination du statut phasaire de la population de <i>Schistocerca gregaria</i>	112
5.1.2. – Interprétation des résultats de la morphométrie par l'application de l'analyse des composantes principales (A.C.P.) des populations de <i>Schistocerca gregaria</i> de la région de Biskra.....	114

5.2. – Discussion sur l'étude du régime alimentaire de <i>Schistocerca gregaria</i> durant la période de l'invasion de 2004 à 2005 dans la région de Biskra.....	115
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES.....	120
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	124
ANNEXES	139

LISTE DES FIGURES

		Page
Figure 1	La carte de la wilaya de Biskra (D.P.A.T., 2005).....	6
Figure 2	Précipitation moyenne durant la période 1995 – 2005.....	9
Figure 3	Précipitation moyenne durant l'année 2004.....	9
Figure 4	Précipitations moyennes durant l'année 2005.....	10
Figure 5	Températures moyennes mensuelles de la période 1995 – 2005....	12
Figure 6	Températures moyennes mensuelles de l'année 2004.....	12
Figure 7	Températures moyennes mensuelles de l'année 2005.....	13
Figure 8	Diagramme ombrothermique de Gausson de la région de Biskra pour la période 1995 – 2005	14
Figure 9	Diagramme ombrothermique de Gausson de la région de Biskra de l'année 2004	14
Figure 10	Diagramme ombrothermique de Gausson de la région de Biskra de l'année 2005.....	15
Figure 11	Localisation de la région de Biskra sue le climagramme d'Emberger	17
Figure 12	Adulte d'un criquet pèlerin <i>Schistocerca gregaria</i> (Forskal, 1775)	36
Figure 13	Principales différences morphologiques entre les phases solitaire et grégaire du Criquet pèlerin.....	37
Figure 14	Deux ailés immatures en phase grégaire.....	37
Figure 15a	Extrémités abdominales mâle et femelle du Criquet pèlerin.....	38
Figure 15b	Extrémités abdominales mâle du Criquet pèlerin.....	38
Figure 15c	Extrémités abdominales femelle du criquet pèlerin.....	38
Figure 16	Œufs du criquet pèlerin.....	42
Figure 17	Les différents stades du criquet pèlerin.....	45
Figure 18	Site de Tolga.....	54
Figure 19	Site de Chetma.....	57
Figure 20	Site de Z'ribet El Oued.....	60
Figure 21	Mesures morphométriques.....	66
Figure 22	Abaque morphométrique	67
Figure 23	Les étapes de la réalisation de l'épidermothèque.....	72
Figure 24	Abaque morphométrique des rapports E/F et F/C des mâles et des femelles de <i>Schistocerca gregaria</i> (Forskal, 1775) du site de Tolga 6/V/ 2004	78
Figure 25a	Abaque morphométrique des rapports E/F et F/C des mâles et des femelles de <i>Schistocerca gregaria</i> (Forskal, 1775) du site de Chetma 14/V/2004.....	80
Figure 25b	Abaque morphométrique des rapports E/F et F/C des mâles et des femelles de <i>Schistocerca gregaria</i> (Forskal, 1775) du site de Chetma 30/VI/ 2004.....	81
Figure 26a	Abaque morphométrique des rapports E/F et F/C des mâles et des femelles de <i>Schistocerca gregaria</i> (Forskal, 1775), du site de Z'ribet El Oued 24/II/2005.....	83
Figure 26b	Abaque morphométrique des rapports E/F et F/C des mâles et des femelles de <i>Schistocerca gregaria</i> (Forskal, 1775), du site de Z'ribet El Oued 27/II/2005.....	84

Figure 26c	Abaque morphométrique des rapports E/F et F/C des mâles et des femelles de <i>Schistocerca gregaria</i> (Forsk., 1775) du site de Z'ribet El Oued 17/V/ 2005.....	85
Figure 26d	Abaque morphométrique des rapports E/F et F/C des mâles de <i>Schistocerca gregaria</i> (Forsk., 1775) du site de Z'ribet El Oued 21/V/2005.....	86
Figure 27	Abaque morphométrique des rapports E/F et F/C des mâles et des femelles de <i>Schistocerca gregaria</i> (Forsk., 1775), de la zone de Biskra durant l'invasion de l'année 2004 – 2005.....	88
Figure 28a	Comparaison entre les rapports morphométriques E/F mâles et E/F femelles.....	90
Figure 28b	Comparaison entre les rapports morphométriques F/C mâles et F/C femelles.....	90
Figure 29	Valeurs propres de la matrice de corrélation.....	92
Figure 30	Cercle de corrélation.....	93
Figure 31	Analyse en composantes principales de la population de <i>Schistocerca gregaria</i> échantillonnée dans les trois sites de la région de Biskra durant	94
Figure 32	Fréquence des espèces végétales consommées par <i>Schistocerca gregaria</i> dans le site de Tolga du 6/V/2004.....	97
Figure 33a	Fréquence des espèces végétales dans le site de Chetma 14/V/2004.....	98
Figure 33b	Fréquence des espèces végétales consommées par <i>Schistocerca gregaria</i> dans le site de Chetma 30/VI/2004.....	99
Figure 34a	Fréquences des espèces végétales contenues dans les fèces du criquet pèlerin du site de Z'ribet El Oued du 24/II/2005.....	101
Figure 34b	Fréquences des espèces végétales contenues dans les fèces du criquet pèlerin du site de Z'ribet El Oued du 27/II/2005.....	102
Figure 34c	Fréquences des espèces végétales contenues dans les fèces du criquet pèlerin du site de Z'ribet El Oued du 17/V/2005.....	103
Figure 35	Fréquences des espèces végétales contenues dans les fèces de <i>Schistocerca gregaria</i> dans la région de Biskra durant l'invasion..	105
Figure 36	Fréquences des familles végétales contenues dans les fèces de <i>Schistocerca gregaria</i> dans la région de Biskra durant l'invasion..	105
Figure 37a	Epidermes des tissus végétaux consommés par le criquet pèlerin.....	107
Figure 37b	Epidermes des tissus des végétaux consommés par le criquet pèlerin	108
Figure 37c	Epidermes des tissus des végétaux consommés par le criquet pèlerin	109
Figure 37d	Epidermes des tissus des végétaux consommés par le criquet pèlerin	110
Figure 37e	Epidermes des tissus des végétaux consommés par le criquet pèlerin	111
Figure 38	Programme informatique de dessin de l'abaque morphométrique (annexe 2).....	149

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1a	Précipitations moyennes mensuelles sur 10 ans de la région de Biskra de 1995 à 2005..... 8
Tableau 1b	Précipitations moyennes mensuelles de la région de Biskra de l'année 2004..... 8
Tableau 1c	Précipitations moyennes mensuelles de la région de Biskra de l'année 2005..... 8
Tableau 2a	Températures moyennes mensuelles sur 10 ans de la région de Biskra de 1995 à 2005..... 11
Tableau 2b	Températures moyennes mensuelles de la région de Biskra durant l'année 2004..... 11
Tableau 2c	Températures moyennes de la région de Biskra durant l'année 2005..... 11
Tableau 3	Inventaire de la flore dans la région de Biskra..... 19
Tableau 4	Espèces d'insectes réparties dans la région de Biskra..... 24
Tableau 5	Liste des insectes inventoriés dans la région de Biskra..... 29
Tableau 6	Espèces d'orthoptères de la région de Biskra..... 30
Tableau 7	Espèces végétales collectées du site de Tolga..... 55
Tableau 8	Espèces orthoptérologiques du site de Tolga..... 56
Tableau 9	Espèces végétales collectées du site de Chetma..... 58
Tableau 10	Espèces orthoptérologiques du site de Chetma..... 59
Tableau 11	Les espèces floristiques collectées dans le site de Z'ribet El Oued..... 61
Tableau 12	Espèces orthoptérologiques du site de Z'ribet El Oued..... 61
Tableau 13	Récapitulation des espèces végétales existantes dans la région de Biskra..... 62
Tableau 14	Récapitulation des espèces orthoptérologiques existantes dans la région de Biskra..... 63
Tableau 15	Tableau de référence de Dirsh..... 67
Tableau 16	Moyenne des rapports morphométriques dans le site de Tolga..... 76
Tableau 17	Moyenne des rapports morphométriques des criquets dans le site de Chetma..... 79
Tableau 18	Moyenne des rapports morphométriques de <i>Schistocerca gregaria</i> dans le site de Z'ribet El Oued 82
Tableau 19	Moyennes des rapports morphométriques des mâles et des femelles de <i>Schistocerca gregaria</i> dans la région de Biskra lors de l'invasion 2004 / 2005..... 87
Tableau 20	Moyennes des rapports morphométriques de la population de <i>Schistocerca gregaria</i> dans la région de Biskra lors de l'invasion 2004 / 2005..... 87
Tableau 21	Synthèse statistique de la population de <i>Schistocerca gregaria</i> dans la région de Biskra, (invasion 2004 / 2005)..... 89
Tableau 22	Matrice de corrélation entre les cinq variables E, F, C, E/F, et F/C de la population de <i>Schistocerca gregaria</i> de la région de Biskra, (invasion 2004 – 2005)..... 91
Tableau 23	Valeurs propres des variables E, F, C, E/F et F/C..... 92

Tableau 24	Comparaison entre les rapports morphométriques (E/F et F/C) des mâles et des femelles de <i>Schistocerca gregaria</i> des trois sites d'études.....	95
Tableau 25	Fréquences relatives des espèces végétales contenues dans les fèces du criquet pèlerin du site de Tolga.....	96
Tableau 26a	Fréquences des espèces végétales contenues dans les fèces des criquets pèlerins du site de Chetma pendant la période du 14/V/2004.....	98
Tableau 26b	Fréquences des espèces végétales contenues dans les fèces du criquet pèlerin du site de Chetma pendant la période du 30/VI/2004.....	99
Tableau 27a	Fréquences des espèces végétales contenues dans les fèces du criquet pèlerin du site de Z'ribet El Oued du 24/II/2005.....	100
Tableau 27b	Fréquences des espèces végétales contenues dans les fèces du criquet pèlerin du site de Z'ribet El Oued du 27/II/2005.....	101
Tableau 27c	Fréquences des espèces végétales contenues dans les fèces du criquet pèlerin du site de Z'ribet El Oued 17/V/2005.....	102
Tableau 28	Récapitulatif des fréquences relatives de consommation des espèces végétales par <i>Schistocerca gregaria</i> dans les trois sites de Biskra	104
Tableau 29	Les mesures biométriques des indices morphométriques (LC – E – F – C – E/F et E/C) de la population (359 individus), de <i>Schistocerca gregaria</i> échantillonnés à travers les trois sites (Chetma, Tolga et Z'ribet El Oued), de la région de Biskra lors de l'invasion des années 2004 et 2005 (annexe 1)	138
C.I.R.A.D.	- Centre de coopération internationale en recherche agronomique	
D.P.A.T.	- Direction de la planification et de l'aménagement du territoire.	
I.N.P.V.	- Institut National de la Protection des végétaux.	
I.N.R.A.A.	- Institut National de la recherche agronomique Algérie.	
F.A.O.	- Organisation de l'Agriculture et de l'alimentation	
O.N.M.	- Office national de la météorologie	

INTRODUCTION

Depuis l'avènement de l'agriculture il y a plus de 10000 ans, l'humanité est confrontée à un ennemi redoutable et plein de ressources, le criquet pèlerin, (*Schistocerca gregaria* Forskal, 1775). Normalement solitaires, ces insectes originaires des déserts d'Afrique de l'Ouest à l'Inde se transforment, quand certaines conditions sont réunies, en gigantesques essaims voraces qui laissent un sillage de désolation derrière eux, (Dupont, 2006).

Le criquet pèlerin, constitue une menace pour l'agriculture au sein d'une très vaste zone s'étendant de l'Afrique du Nord à l'équateur et de l'Atlantique à l'Asie du Sud-Ouest en passant par le Proche Orient. Ce criquet des zones désertiques et semi désertiques, est un insecte très redouté en raison de l'ampleur des dégâts qu'il peut provoquer, en période d'invasion, aux productions agro-sylvo-pastorales et des perturbations socio-économiques et environnementales importantes qui peuvent en résulter. L'une des caractéristiques fondamentales de cet insecte est sa forte capacité à migrer sur de longues distances, conférant au problème une dimension internationale forte. Périodiquement, faisant suite à des séquences de pluies favorables, des recrudescences et des invasions se développent. Elles sont entrecoupées de périodes de rémissions au cours desquelles les populations solitaires du criquet pèlerin ne sont présentes qu'en effectifs très faibles, distribuées dans une zone limitée, l'aire de rémission, largement désertique et éloignée des zones des cultures. Cette aire couvre 16 millions de km² et intéresse surtout les zones sahariennes. Au contraire, au cours des invasions, les populations grégaires peuvent occuper une zone beaucoup plus vaste concernant 65 pays d'Afrique, du Moyen Orient et d'Asie du sud-ouest, couvrant un territoire de 29 millions de km², largement cultivé et peuplé par plus de 1 milliard d'habitants, (Lecoq, 2003a).

Il est certain que l'invasion ne pourra pas être maîtrisée dans les pays sahéliens quels que soient les efforts de lutte et qu'une seconde campagne intensive est à prévoir au Maghreb à partir de la fin de l'année 2004 et sans doute au Sahel à l'été 2005. L'ampleur des opérations dépendra à la fois du succès de la lutte au Sahel ainsi que des conditions pluviométriques, (Lecoq, 2004).

En 2004, de gigantesques essaims en provenance d'Afrique de l'Ouest ont envahi les pays sahéliens, le Maghreb, dévorant au passage les cultures sur une large échelle. Ce fut la pire invasion acridienne des 15 dernières années, (Cnesmag, 2005).

Pour mobiliser les ressources pour la lutte contre les acridiens, plus de 100 millions de dollars sont nécessaires pour faire face à la menace que constituent les criquets en Afrique, (Saizonou, 2004).

L'aire de reproduction estivale du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria*, se situe en Afrique Tropicale, au Sud du Sahara, à l'intérieur de la bande transversale du Sénégal au Soudan, entre le 15^e et le 18^e parallèle Nord.

Lorsque les conditions éco-climatiques sont convenables, l'acridien se développe rapidement et forme une population importante. A la remontée du FIT, ces individus atteignent les confins du Maroc, de l'Algérie, de la Tunisie et l'ouest de la Libye en franchissant les chaînes montagneuses de l'Atlas vers les côtes méditerranéennes où ils effectuent la reproduction printanière de Février à Avril puis retournent au Sahel d'où leurs parents étaient issus quelques mois plus tôt.

C'est le schéma que semble dessiner les grands mouvements migratoires du criquet pèlerin en Afrique.

C'est en juillet 2003 que les prospecteurs sahéliens ont révélé comme au cours des années antérieures la présence du criquet pèlerin à l'état solitaire. A la faveur des conditions climatiques exceptionnellement bonnes et convenables, on a assisté à partir d'octobre 2003 à la recrudescence du ravageur. De juin 2004 à la mi-août, la Mauritanie, pays le plus touché a reçu plus de 200 essaims en provenance de la zone de reproduction printanière, (Zafack ; Nkouka et Bouato., 2004).

Les experts de la FAO, expliquent la chronologie de la recrudescence du criquet pèlerin en 2003, 2004 et 2005.

En été 2003: le Sahel connaît des précipitations exceptionnelles qui offrent aux criquets des conditions idéales de reproduction. Les insectes adultes se regroupent sur des territoires allant de la Mauritanie au Soudan. Des bandes larvaires se forment.

Automne 2003: les spécialistes observent la présence d'essaims migrant vers le sud du Maroc et de l'Algérie.

Printemps 2004: les criquets ont atteint la Tunisie et la Libye. Progressivement, les essaims entament un retour vers le Sahel. La lutte est engagée mais les financements manquent.

Été 2004: les essaims et les bandes larvaires envahissent graduellement la Mauritanie, le Mali, le Niger, puis le Sénégal et le nord du Burkina Faso.

Novembre 2004: la majorité des criquets remontent vers l'Afrique du Nord.

Décembre 2004: des essaims importants ont été observés au sud d'Alger.

Depuis septembre 2003, 12 millions d'hectares ont été traités par voies terrestre et aérienne en Afrique sans pour autant éradiquer la recrudescence acridienne. Si les criquets rencontrent de nouvelles conditions hivernales favorables, il est probable que leur nombre augmentera encore considérablement en 2005.

Afin de répondre à plusieurs questions d'ordre pratique pour mener une lutte efficace contre le criquet pèlerin plusieurs chercheurs à travers le monde et pendant plusieurs années ont mené des études sur les aspects bioécologiques (biologie, éthologie, régime alimentaire, morphométrie, physiologie et la lutte), du criquet pèlerin.

Brader et *al.*, 2006, précisent que les conditions climatiques ayant été particulièrement froides en Algérie pendant l'hiver 2004/2005, les criquets adultes sont restés immatures pendant une longue période, ce qui a permis de multiplier les possibilités de lutte. Ces opérations de lutte, associées à des conditions météorologiques défavorables

empêchant de nouvelles reproductions, ont mis un terme de manière décisive à la recrudescence acridienne. Pendant les deux campagnes de lutte 2003-2004 et 2004-2005, l'Algérie a traité une superficie de 4 600 000 hectares qui représentent un montant dépensé pour les opérations de lutte et le renforcement des moyens de lutte nationaux de 101 000 000 \$ US. L'Algérie a réussi à préserver les principales zones de production situées dans le nord du pays, (Brader et *al.*, 2006).

En Algérie plusieurs travaux sur la bioécologie du criquet pèlerin et l'utilisation de champignons entomopathogènes contre ce ravageur ont été menés en 1996 et 1997 au département de Zoologie Agricole et Forestière. (Mehenni, 1996 ; Agrane, Chabar, Cherief, Kara., 1997). De même, Abassi et *al* ont étudié au Maroc en 2004 l'activité biologique des feuilles de *Calotropis procera* sur le criquet pèlerin.

Afin d'apporter une contribution concernant quelques aspects bioécologiques (régime alimentaire et biométrie), de *Schistocerca gregaria*, nous avons saisi la période de l'invasion du criquet pèlerin en Algérie et spécialement dans la région de Biskra durant les années 2004 et 2005. Cette étude a été entreprise dans trois sites dans la région de Biskra durant toute la période de l'invasion pour répondre aux questions de la caractérisation de l'état phasaire de la population (mâles et femelles), de *Schistocerca gregaria* qui était présente durant toute cette période, ainsi à la caractérisation du régime alimentaire de cette même population.

Notre travail est organisé en plusieurs chapitres. Le premier chapitre traite les données de la région d'étude tout en étudiant les caractéristiques pédoclimatiques. Le deuxième chapitre concerne les données bibliographiques sur les acridiens et spécialement le criquet pèlerin. Le troisième chapitre explique le matériel et les méthodes adoptées au laboratoire et sur le terrain. Dans le quatrième chapitre sont exposés tous les résultats des données traitées du laboratoire et sur terrain. Le cinquième chapitre discute les résultats obtenus. Enfin le travail sera achevé par une conclusion générale qui englobe des suggestions et des perspectives.

CHAPITRE I - PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE BISKRA

Dans ce chapitre, nous allons traiter les caractéristiques de la région des Ziban, particulièrement sa situation géographique et les facteurs édaphiques, climatiques et biologiques qui caractérisent la région de Biskra.

1.1 - Situation géographique

Biskra, « la perle du désert » (Ad pisciman des romains), est le centre et comme la capitale des oasis des Ziban.

Les Ziban (Zab au singulier) se composent de quatre groupes d'oasis :

- ✓ le Zab el-Biskra, oasis de Biskra ;
- ✓ le Zab Chergui (Zab oriental) ;
- ✓ le Zab guebli (Zab méridional) ;
- ✓ le Zab Dahraoui (Zab septentrional).

- Le Zab El-Biskra : c'est le centre des Ziban.

- Le Zab Chergui : Chetma, Sidi Khelil, Droh, Seriana, Garta, Sidi Okba, Ain Naga, Sidi Salah, Z'ribet El-Oued, Liana, Khanga Sidi Nadji, Badès, Z'ribet Hamed, El-Feidh, Sidi Mohamed Moussa, El-Haouch. L'ensemble du Zab Chergui comprend ainsi le territoire situé entre les pentes méridionales de l'Aurès et le chott Melghir, à l'Est de Biskra.

- Le Zab Guebli : il renferme Oumach, Mlili, Bigou, Ourlal, Ben Thiou, Saira, Lioua, Ouled Djellal, et Sidi Khaled. Ces oasis sont toutes situées dans la vallée de l'Oued Djedi, (Niox, 1890).

- Le Zab Dahraoui : est séparé du Zab Guebli par une bande de sable et de marécages, et comprend : Bouchagroune, Lichana, Zaatcha, Farfar, Tolga, El Bordj, Foughala, El Amri.

La région de Biskra est située à l'est de l'Algérie, au sud des monts des Aurès, la wilaya de Biskra apparaît comme un véritable espace tampon entre le Nord et le Sud. Sa superficie est de 21671 km² (Farhi, 2001), et son altitude est 128 m au dessus de la mer.

Pour situer les sites d'étude il est préférable de présenter leur données géographiques qui sont les suivantes : au centre Chetma (34°51' N ; 5° 48' E), à l'Ouest Tolga (34° 34'N; 5° 22' E) (Fig. 1), et au Sud Z'ribet el oued (34° 41' N ; 6° 30' E) (Fig. 1). La wilaya de Biskra est limité par : voir carte.

- ▶ Au Nord : Wilaya de Batna et M'sila.
- ▶ Au Sud : Wilaya de Ouargla et El-Oued.
- ▶ A l'Est : Wilaya de Khenchela.
- ▶ A l'Ouest : Wilaya de Djelfa.

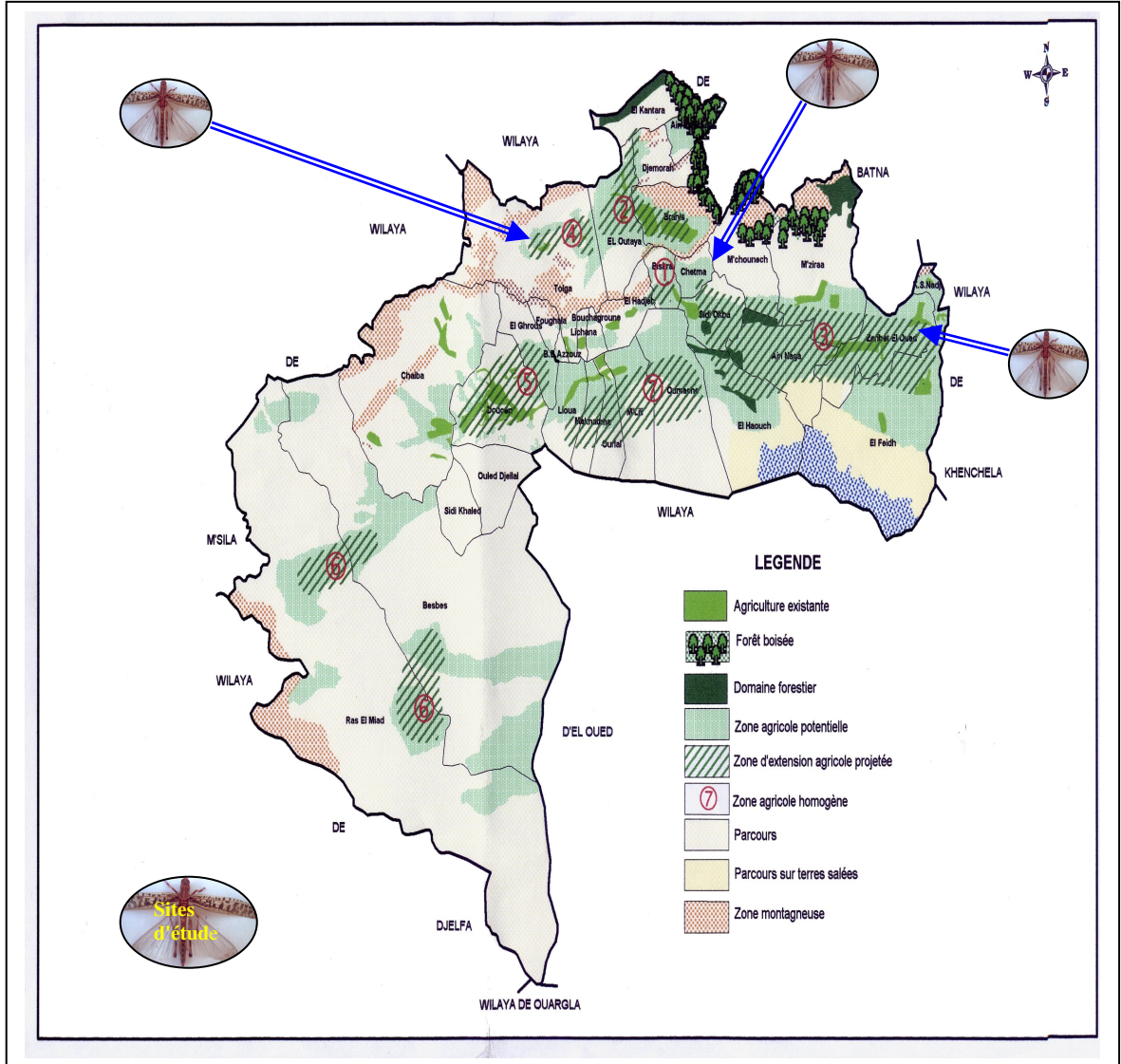


Figure 1 - La carte de la wilaya de Biskra (D.P.A.T., 2005)

1.2. - Facteurs écologiques

1.2.1. – Relief

Le relief de la wilaya de Biskra est constitué de quatre grands ensembles géomorphologiques :

- Les montagnes : leur superficie est très limitée, elles sont situées au nord de la région, dénudées de toute végétation naturelle à cause de la faiblesse de la pluviométrie ; elles se composent des monts de :

El gaid

Hamara

Guessoum (1087 m)

Rabaa (721 m)

Kara

Bourezale

M'lili (1496m)

Houja (1070m)

Ahmar khedou

Tekiout (1942m)

- Les plateaux : à l'Ouest ils s'étendent du Nord au Sud englobant presque toute la daïra d'Ouled djellal et une partie de Tolga.
- Les plaines : sur l'axe d'El Outaya à Doucen, elles se développent vers l'Est en couvrant la quasi-totalité des daïrate d'El Outaya et sidi Okba et la commune de Doucen.
- Les bas fonds : situés au Sud-Est de la wilaya, ils constituent une assiette où se forment des nappes d'eau très minces constituant ainsi les chotts dont le plus important est le chott Melghir dont le niveau peut atteindre -33m au dessous de celui de la mer, (I.N.R.A.A, 2006).

1.2.2 - Données climatiques

Le climat de Biskra est un climat saharien, sec en été et froid en hiver. La pluviométrie est en moyenne entre 120 et 150 mm/an. La température moyenne sur toute l'année est de 20,9 °C.

Les données climatiques sont non seulement des éléments décisifs du milieu physique mais elles ont aussi des répercussions profondes sur les êtres vivants animaux et végétaux (Ramade, 1984). Les facteurs climatiques de la région de Biskra retenus sont les précipitations et la température.

1.2.2.1 – Pluviométrie

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale (Ramade, 1984).

De nombreuses espèces de sauteriaux se reproduisent pendant la saison des pluies dans le Sahel des pâturages. En fin de saison des pluies, ces populations, dont les effectifs peuvent avoir augmenté d'une manière importante (après 2 ou 3 générations successives) sont chassées de leurs aires de reproduction septentrionales par l'arrivée de la sécheresse. En fin de saison des pluies de nombreux sauteriaux effectuent une migration vers le sud suivant le déplacement du front intertropical (FIT). Ils pondent au cours de ce déplacement et les œufs déposés à cette époque, chez de nombreuses espèces, vont passer la saison sèche pour éclore en début de saison des pluies suivantes occasionnant des dégâts sur les semis, (Lecoq, 1988).

D'après (Ould Babah, 2003), l'eau a une influence capitale pour le criquet pèlerin.

La région des Zibans se caractérise par une très faible pluviométrie, variant entre 0 et 200 mm par an. Les pluies tombent d'une manière irrégulière et peuvent être torrentielles.

Tableau 1a – Précipitations moyennes mensuelles sur 10 ans de la région de Biskra de 1995 à 2005

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
P	26,27	3,20	14,99	11,81	10,87	2,10	0,76	3,90	8,11	11,43	19,57	16,56	129,6

Tableau 1b - Précipitations moyennes mensuelles de la région de Biskra de l'année 2004

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
P	1,5	0,6	91,1	67,9	48,9	1,6	0,1	00	6,5	40,7	4,6	13,1	64,9

Tableau 1c – Précipitations moyennes mensuelles de la région de Biskra de l'année 2005

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
P	00	18	3,5	00	00	2,5	2,6	2,0	7,2	0,7	15,7	6,6	37,3

(Office National de la Météorologie de Biskra, 2005)

Les résultats enregistrés durant 2004 et 2005 montrent que le total des précipitations est respectivement de 64,9 mm et 37,3 mm (Tableaux 1b, 1c).

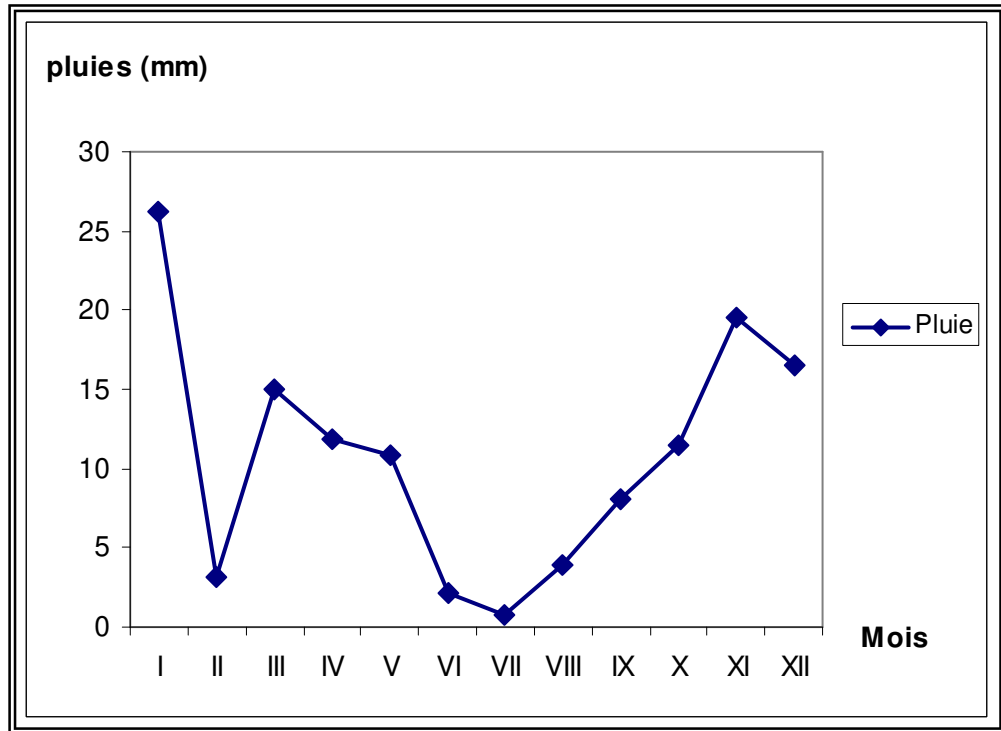


Figure 2 - Précipitations moyennes durant la période 1995 – 2005

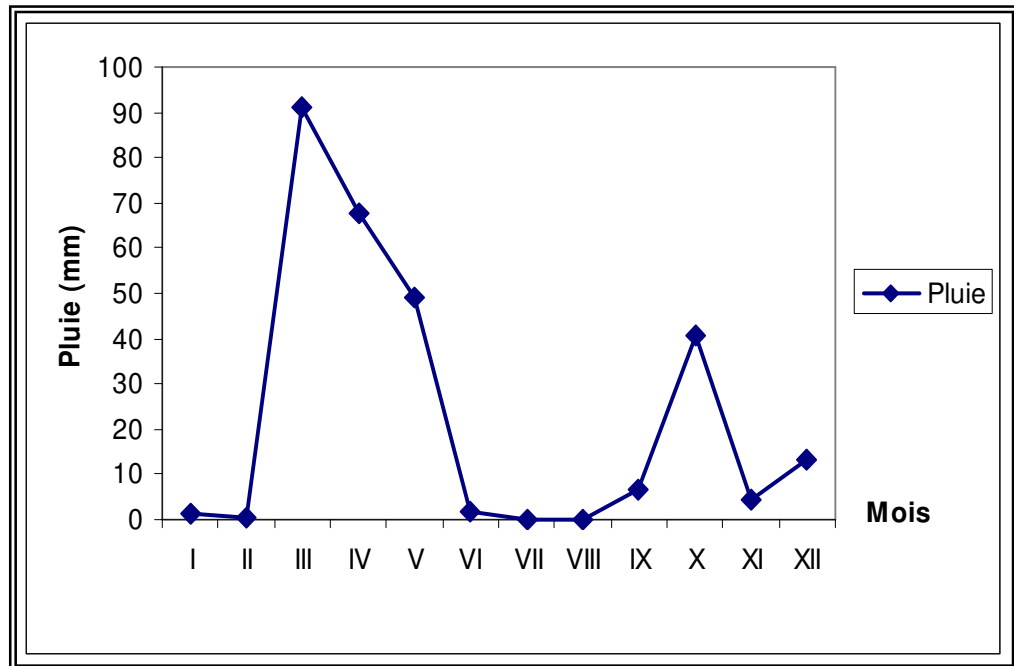


Figure 3 - Précipitations moyennes durant l'année 2004

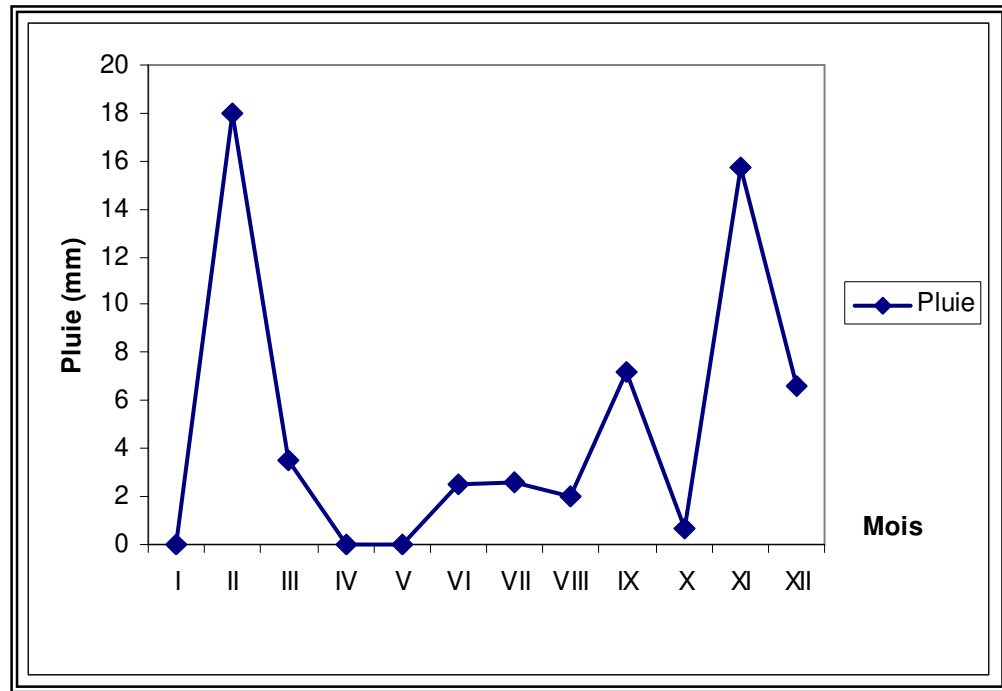


Figure 4 - Précipitations moyennes durant l'année 2005

1.2.2.2 – Température

La température est un facteur écologique capital. Elle agit sur la répartition géographique des espèces animales, (Dreux, 1980).

Il est connu depuis longtemps déjà que les orthoptères constituent un excellent matériel pour les études bioécologiques chez les espèces qui volent bien, l'attrance pour certains biotopes restreint leur développement.

Franz in Dreux (1962), a même considéré certaines espèces d'orthoptères comme de véritables " indicateurs " des conditions microclimatiques d'un milieu.

La température est le facteur climatique qui présente la plus grande influence sur la distribution des orthoptères. Des moyennes de températures plus ou moins élevées, permettant par exemple ou non la maturation des produits génitaux ou un cycle assez rapide ou non pour arriver à l'état adulte avant l'automne, sont au contraire d'une importance capitale, (Dreux, 1962).

La température joue également un rôle déterminant sur la dynamique des populations du criquet pèlerin, car elle influence grandement la vitesse de développement et le déplacement des ailés (barrière thermique d'envol de l'ordre de 18-20 °C). Plusieurs paramètres peuvent être utilisés (température minimale, température maximale, température moyenne pour une période donnée), Ould Babah (2003).

La région de Biskra se caractérise par une forte température (moyenne annuelle : 21,6°C), avec de fortes variations saisonnières (33,62°C en Août et 11,89°C en Janvier) (Tableau. 2a).

Dans le cas présent la région d'étude est soumise à l'influence thermique du désert.

Le tableau (2a) rassemble les valeurs des températures moyennes mensuelles respectivement de l'année 1995 à 2005 de la région de Biskra, (Figure 4). Celles de 2004 et 2005 sont portées respectivement sur le tableau 2b et 2c.

Tableau 2a – Températures moyennes mensuelles sur 10 ans de la région de Biskra de 1995 à 2005

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t min	6,85	8,03	11,33	14,84	20,09	24,76	25,75	27,66	23,16	17,99	11,85	7,91
Tmax	16,93	19,41	23,45	26,69	31,48	37,04	40,91	39,59	33,81	29,08	21,84	17,42
Tmoy	11,89	13,72	17,39	20,76	25,78	30,9	33,33	33,62	28,48	23,53	16,84	12,66

Tableau 2b – Températures moyennes mensuelles de la région de Biskra durant l'année 2004

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T moy	18	14,8	17,3	19,6	23	31	33,3	34,7	28,3	24,5	15,5	12,3

Tableau 2c – Températures moyennes de la région de Biskra durant l'année 2005

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T moy	10,0	10,7	17,8	21,8	27,9	31,7	35,9	33,6	38,5	24,5	18	11

(O.N.M. de Biskra, 2005)

La région durant l'année 2004 se caractérise par une forte température (moyenne annuelle: 22,69°C) avec de fortes variations saisonnières (34,7°C en Août et 12,3°C en

Décembre) (Figure 5). Par contre durant l'année 2005 la moyenne annuelle est de 23,45°C et de fortes variations saisonnières (38,5°C en Septembre et 10°C en Janvier).

En 2005, le mois le plus froid est Janvier avec une température moyenne de 10 °C, (Figure 6).

En comparant les moyennes de températures annuelles des années 2004 et 2005 on constate qu'il y a un net écart qui atteint 5,44°C.

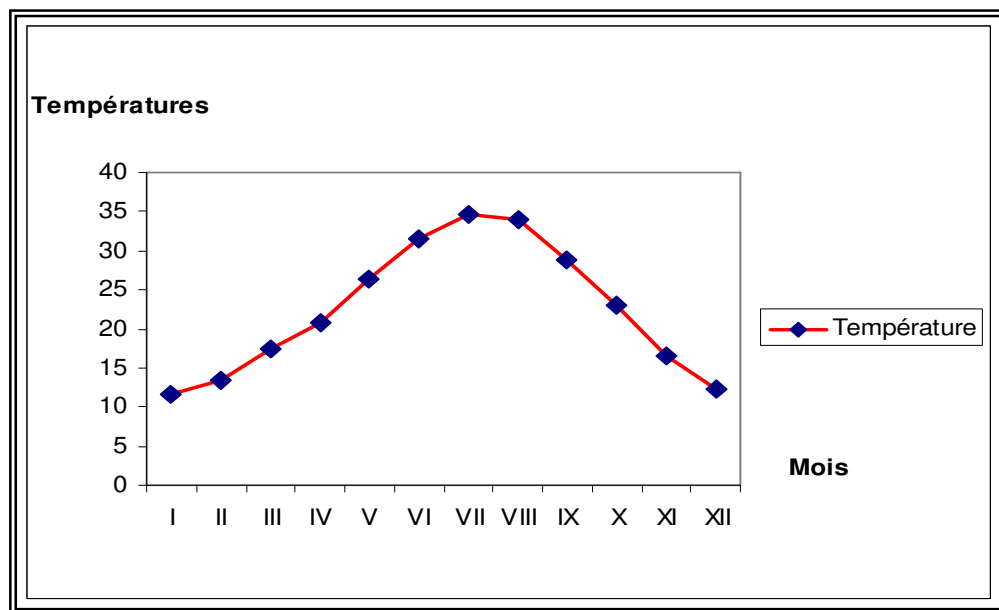


Figure 5 - Températures moyennes mensuelles de la période 1995 – 2005

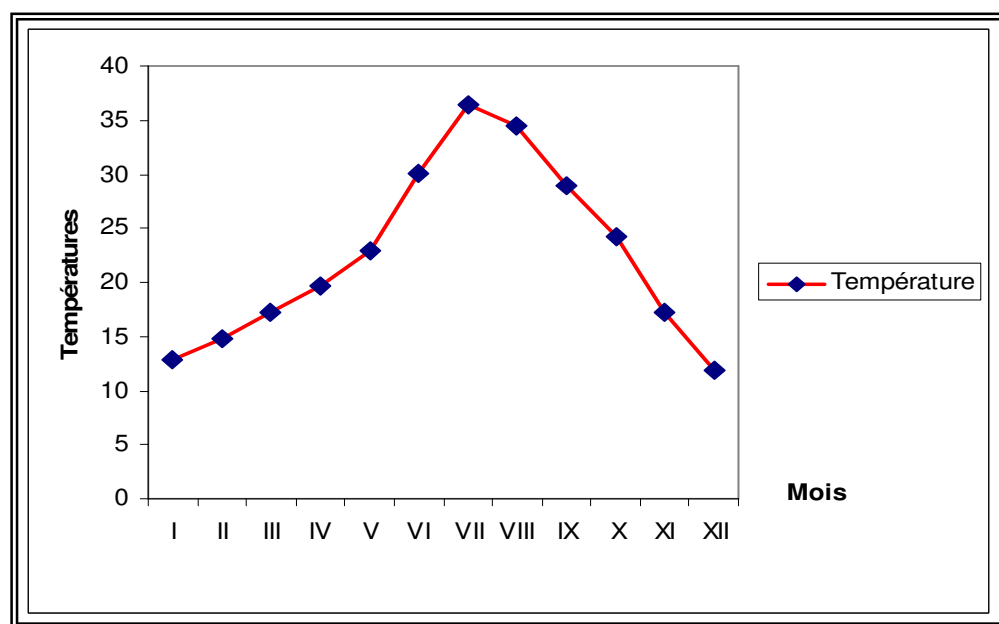


Figure 6 - Températures moyennes mensuelles de l'année 2004

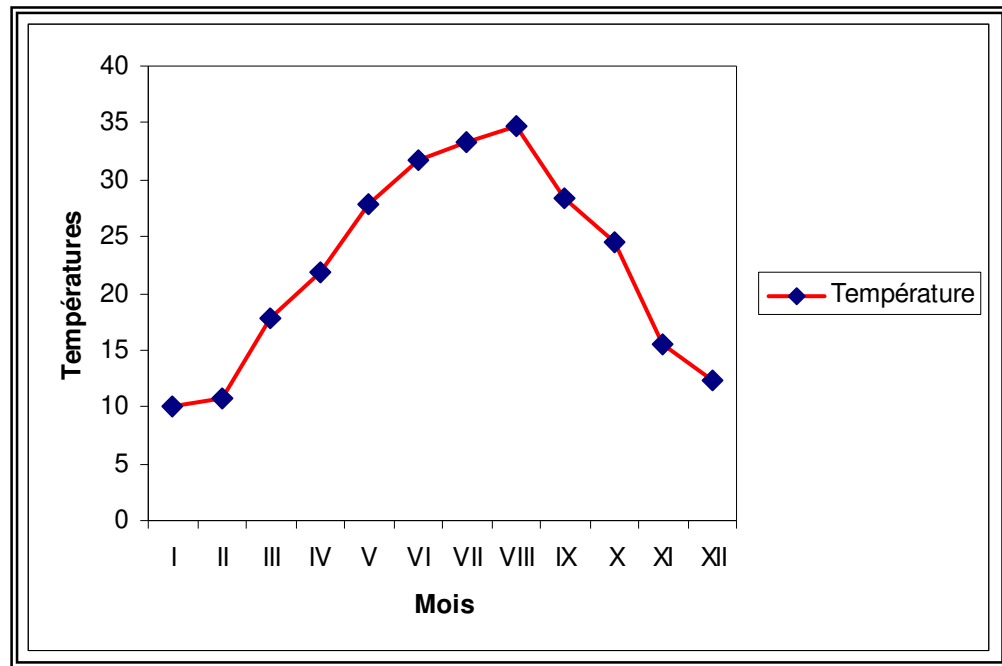


Figure 7 - Températures moyennes mensuelles de l'année 2005

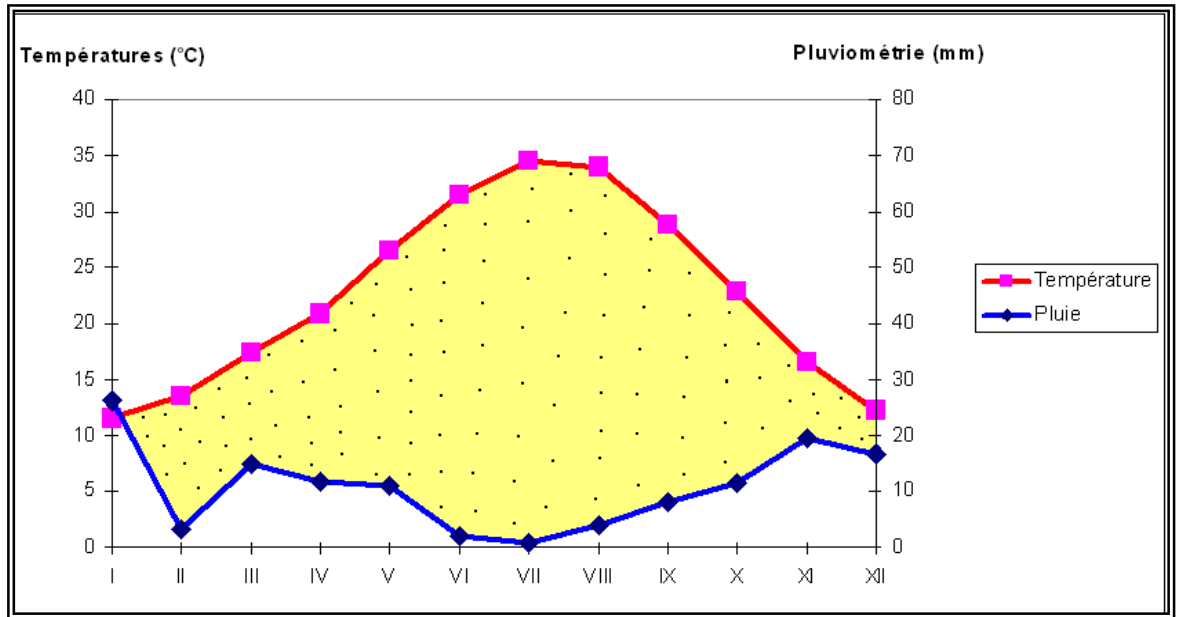
1.3. - Synthèse climatique de la région de Biskra

La synthèse des données climatiques est représentée par le diagramme ombrothermique de Gaussen et par le climagramme d'Emberger.

1.3.1. - Diagramme ombrothermique

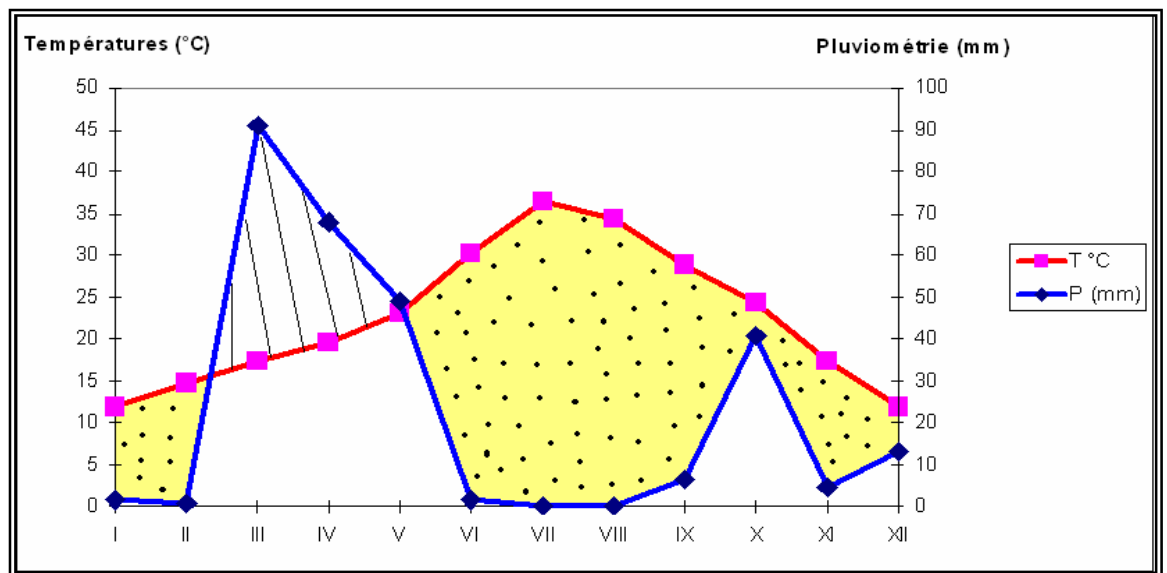
Le diagramme ombrothermique de Gaussen permet de calculer la durée de la saison sèche et de la saison humide. Il tient compte de la pluviosité moyenne mensuelle et la température moyenne mensuelle qui sont portées sur des axes où l'échelle de la pluviosité est double de la température.

En effet le climat est sec quand la courbe des températures descend au-dessous de celle des précipitations. Il est humide dans le cas contraire, (Dreux, 1971). D'après le diagramme ombrothermique de Gaussen appliqué à la région de Biskra, montre que la période sèche occupe toute l'année, (Figure 8).



 Période sèche

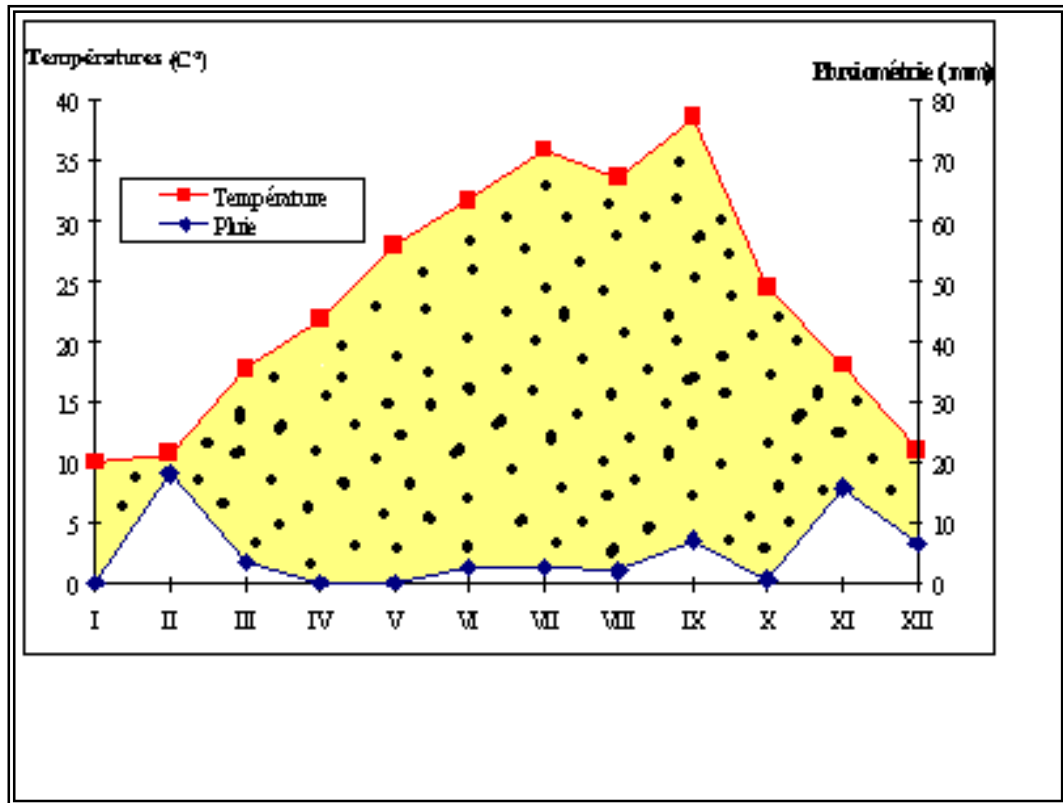
Figure 8 - Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Biskra pour la période 1995 – 2005



 Période sèche

 Période humide

Figure 9 – Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Biskra de l'année 2004



 Période sèche

Figure 10 - Diagramme ombrothermique de Gausse de la région de Biskra de l'année 2005

1.3.2. - Climagramme d'Emberger

Le quotient pluviothermique (Q2) d'Emberger (1952, 1955) correspond à une expression synthétique du climat méditerranéen tenant compte de la moyenne annuelle des précipitations (P en mm) et, pour les températures, d'une part de la « moyenne des minima du mois le plus froid » (m), d'autre part de la « moyenne des maxima du mois le plus chaud » (M).

Ces deux valeurs thermiques extrêmes permettent d'évaluer la « température moyenne », $(M + m)/2$, et « l'amplitude thermique extrême moyenne » $(M - m)$. Cette dernière, traduisant la continentalité d'une station, intégrerait approximativement l'évapotranspiration.

Ce quotient ne tient pas compte de la valeur absolue de m , variable discriminante dans les régions concernées puisqu'elle conditionne la durée et le degré de la période des gelées, Emberger (1955, 1971) propose, alors l'établissement d'un « climagramme » comportant m en abscisse et Q_2 en ordonnée. Dans un deuxième temps, celui-ci est subdivisé en zones correspondant à divers étages bioclimatiques méditerranéens selon un gradient d'aridité.

Stewart (1969), a adapté pour l'Algérie, une formule qui assimile la moyenne des températures, $(M + m)/2$, à une constante ($k = 3,43$), qui se présente comme suit :

$$Q_2 = 3,43 P / M - m.$$

Région	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q_2	Etage
Biskra	129,57	40,91	6,85	13,04	Saharien à hiver tempéré

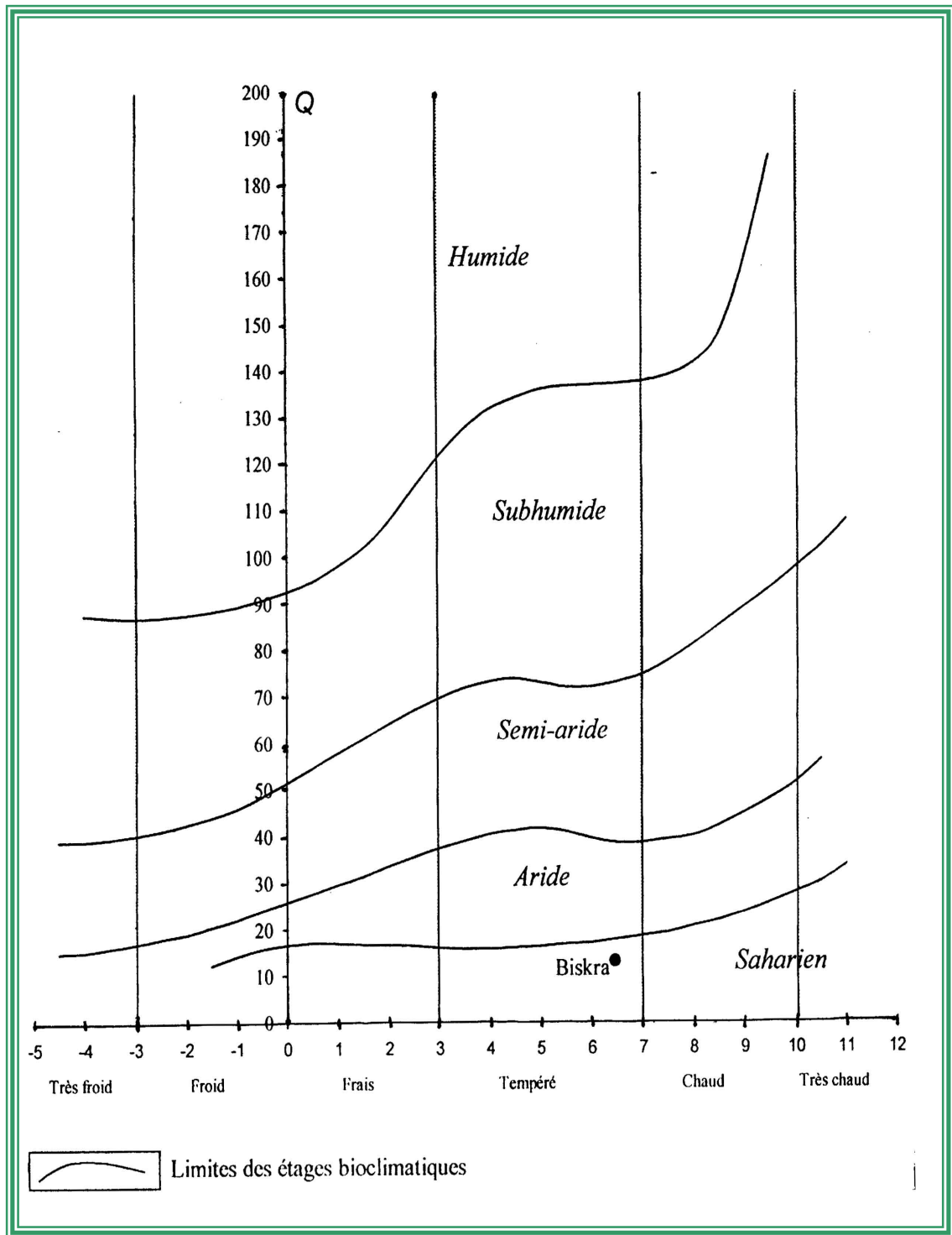


Figure 11 - Localisation de la région de Biskra sur le climagramme d'Emberger

1.4. - Flore de la région d'étude

La diversité des ressources végétales dans la palmeraie est un facteur écologique très important, (Dajoz, 1970).

Les principales cultures pratiquées dans la région de Biskra sont la culture du palmier dattier, les cultures sous abris serres, l'arboriculture fruitière, les grandes cultures et les cultures industrielles.

Une des caractéristiques majeures de l'agriculture saharienne, est la culture du palmier dattier, centrée autour de la micro société que représente l'oasis.

Cette culture a été introduite depuis la Mésopotamie et depuis les oasis égyptiennes vers l'ensemble du Maghreb. La culture phoenicicole, représente aujourd'hui la plus importante du Sahara algérien. Sa diffusion à la quasi-totalité des oasis, en a fait un élément structurant du paysage saharien. Cette diffusion est liée aux atouts qui caractérisent ce type de culture. Le premier de ces atouts, est la formidable adaptation aux climats et aux milieux arides, voir hyper-arides des palmiers dattiers. En effet, cet arbre s'accommode aisément des fortes températures ainsi que du faible bilan pluviométrique qui définit l'espace saharien, (Kouzmine, 2003).

La phoeniciculture par la place qu'elle occupe constitue l'ossature de l'économie de la région. Elle permet non seulement la production dattière, source de devise pour le pays, mais également elle joue le rôle de couvert végétal pour beaucoup d'espèces cultivées en intercalaire (arbres fruitiers, cultures maraîchères). Le patrimoine phoenicicole de la wilaya de Biskra est composé d'une gamme de 120 cultivars. La région des Zibans est une grande productrice de dattes de l'excellente variété Deglet Nour qui jouit d'une renommée mondiale.

Depuis presque deux décennies, les cultures légumières ont enregistré un développement considérable dans la région, ce qui a permis à la wilaya de devenir le premier pôle dans le pays en matière de cultures protégées (cultures sous serres). Elle occupe en même temps une place très avancée en production de primeurs de plein champ (fève, petit pois, melon, pastèque etc.).

Les arbres fruitiers les plus importantes dans la région sont l'abricotier, le figuier, l'olivier, le grenadier, le pommier et les agrumes composés par des orangers et des citronniers, (I.N.R.A.A, 2006).

Les productions des céréales et des fourrages sont souvent instables d'une année à une autre à cause des calamités naturelles (sécheresse, inondation et irrégularité des crues surtout aux stades végétatifs critiques).

Les cultures industrielles caractérisent les exploitations du Zab chergui (axe Sidi Okba – Z'ribet El Oued) où les cultures de tabac à priser et du henné sont les plus déterminantes, (Hannachi et Bakkari, 1994).

D'après un inventaire à travers la région de Biskra réalisé par (Sana, 2003), il présente les espèces dans le tableau 3.

Tableau 3 - Inventaire de la flore dans la région de Biskra, (Sana, 2003)

Famille	Espèce	Noms Vulgaires	Nom Vernaculaire	Nom Arabe
Graminées Ou Poacées	<i>Aristida pungens</i>		Drinn	
	<i>Avena sterilis</i>	Folle avoine	khortal	الشوفان العقيم
	<i>Bromus rubens</i>	Brome rougeâtre	Samâa	العلفية الحمراء
	<i>Cynodon dactylon</i>	Chiendent	N'jem	النجيل
	<i>Dactyloctenium aegyptiacum</i>	Dactyle d'egypte	-----	الإصبعية
	<i>Diditaria sanguinalis</i>	Digitaire sanguine	Hamraya	الإصبعية
	<i>Hordeum murinum</i>	Orge de rat	Sboulet el far	سنبله الفأر
	<i>Imperata cylindrica</i>	Imperata cylindrica	Diss	الديس
	<i>Koeleria pubescens</i>	Koleria grêle	Feris	-----
	<i>Lolium multiflorum</i>	Ivraies	Madhoune	الشيلم كثير الأزهار
	<i>Polypogon monspeliensis</i>	Polypogon de Montpellier	-----	-----
	<i>Phalaris brachystachys</i>	Phalaris à épis courts	Demmia	فلارس قصير السنبله
		Phalaris paradoxal	Demmia	الفلارس

				المناقض
	<i>Pholiurus incurvus</i>	Lepture incurvé	-----	-----
	<i>Phragmites sp</i>	Roseaux	Ksab / Berbit /Akrich	القصب/ اليراع
	<i>Setaria verticillata</i>	Setaire verte	Laffa	الستر الدواري
	<i>Sphenopus divaricatus</i>	-----	Berraka	-----
	<i>Tetrapogon villosus</i>			
Composées	<i>Anacyclus clavatus</i>	Anacycle en massue	Zagouga	الريبيانة النبوتية
Ou	<i>Calendula arvensis</i>	Souci des champs	-----	هامة الحقول
Astéracées	<i>Carduus pycnocephalus</i>	Chardon à têtes serrées	Chouk	شوك شانك الرؤوس
	<i>Centaurea omphylotricha</i>	Centaurée	Bounegar	القطريون
	<i>Chrysanthemum coronarium</i>	Chrysanthème des couronnes	Nouara safra	الأقحوان المتوج
	<i>Chrysanthemum segetum</i>	Chrysanthème des moissons	-----	أقحوان الزرع
	<i>Crepis sp</i>	Crépides		
	<i>Echinops spinosus</i>	Echinopode	Chouk	القنفذية الكروية
	<i>Enthemis fuscata</i>	Anthémis précoce	-----	-----
	<i>Erigeron bovei</i>	Erigeron	Agremène	شيخ الربيع
	<i>Filago spathylata</i>	Cotonnière	-----	-----
	<i>Inula viscosa</i>	Inule	-----	-----
	<i>Lactuca serriola</i>	Laitue scarole		الخس الحرشفي
	<i>Pulicaria vulgare</i>	Pulicaire	-----	الرعرع
	<i>Senecio vulgaris</i>	Séneçon commun		بابونج الطيور
	<i>Sonchus arvensis</i>	Laiteron champs	Roghim	التفاف الحقلي
	<i>Sonchus oleraceus</i>	Laiteron maraîcher	Telfal	التفاف البقلي
	<i>Urospermes picroides</i>	Urosperme	-----	طباق
Chénopodiacées	<i>Atriplex halimus</i>	Arroche	Gtaf	القطف
Ou	<i>Bassia muricata</i>	-----	-----	-----
	<i>Chenopodioum murale</i>	Chénopode murs	Ramram	الإوز الجداري
Salsolacées	<i>Chenopodium polyspermum</i>	Chénopode à gaines nombreuses	Blikech	رجل الإوز
	<i>Suaeda fruticosa</i>	Soude en arbre	Souida	السويد الدغل
	<i>Salsola foetida</i>	Salso vie fétide		حرض نتن

	<i>Salsola vermiculata</i>	Salsovie vermiculaire		حرض دودي
	<i>Hamada cimitiane</i>		Baguel	
Plantaginacées	<i>Plantago ciliata</i>	Plantain cilié	Dil lekhrouf	لسان الحمل الهدبي
	<i>Plantago coronopus</i>	Plantain couronné	-----	لسان الحمل الإكليبي
	<i>Plantago major</i>	Grand plantain	Massassa	لسان الحمل الكبير
	<i>Plantago maritime</i>	Plantain maritime	Krâa el djaja	لسان الحمل المائي
	<i>Plantago ovata</i>	Plantain ovoïde	Dil lekhrouf	لسان الحمل البيضي
Crucifères Ou Brassicacées	<i>Diplotaxix erucoïdes</i>	Fausse roquette	Harra	ثنائي الصف الأوروكاني
	<i>Erica vesicaria</i>	Roquette enflée	Harfil	الكثاة الحويصلية
	<i>Moricandia arvensis</i>	Moricandie champ	H'mim	كرنب الجمل
	<i>Sinapis arvensis</i>	Moutarde	Harra	الخردل
Ombellifères	<i>Ammi majus</i>	Ammi élevée	Kessiba	الخفة الكبرى
	<i>Bupleurum lancifolium</i>	Buplèvre lancéolé		
	<i>Conium maculatum</i>	Grande ciguë	Derias	شو كران سام
	<i>Daucus carota</i>	Fausse carotte	Khodrat douab	الجزر البري
	<i>Torilis arvensis</i>	Torilis champ	-----	الجزر الشيطاني
Polygonacées	<i>Emex spinosa</i>	Emex épineux	-----	-----
	<i>Polygonum patulum</i>	Renouée étalée	Assa raî	البطباط
	<i>Rumex sp</i>	Oseille	Homida	الحميضة
Papilionacées Ou Fabacées	<i>Astragalus armatus</i>	Astragale	Kdad	القتادة
	<i>Lathrys sylvestus</i>	Gesse	Djelbana	
	<i>Medicago hispida</i>	Luzerne à gousses hispides	Fassa/	الفصة
	<i>Melilotus indica</i>	Melilot à ptites fleurs	Nfel	الخدقوق
	<i>Vicia calcarata</i>	Vesce à fleurs solitaires	Djelbana	
Liliacées	<i>Allium roseum</i>	Ail rose	Lazoule	الثوم
	<i>Asphodelus tenuifolius</i>	Asphodel à feuilles fines	Tasia	برواق نحيل الورق
	<i>Ornithogalum</i>	Ornithogale de	Bessila	أشراس

	<i>narbonense</i>	Narbonne		
Malvacées	<i>Lavatera trimestris</i>	Lavatères		لا فاتيرة
	<i>Malva parviflora</i>	Mauve à petites fleurs	Khobiz	الخبيز صغير الأزهار
	<i>Malva sylvestrus</i>	Grande mauve	Khobiz	الخبيز الكبير
Convolvulacées	<i>Cuscuta epithymum</i>	Cuscute de thym	-----	الكشوث
	<i>Convolvulus arvensis</i>	Liseron	Louaya	اللبلاب البري
Solanacées	<i>Hyoscyanus albus</i>	Jusquiame blanche	Habbala	البنج البيض
	<i>Solanum nigrum</i>	Morelle noire	Aneb dib	المغد الأسود
Euphorbiacées	<i>Euphorbia serrata</i>	Euphorbe	Lebbine	
	<i>Euphorbia peplis</i>	Euphorbe	Lebbine	
Renonculacées	<i>Adonis annua</i>	Adonis annuel	Netine	الأدونيس السنوي
	<i>Adonis dentata</i>	Adonis denté	Netine	الأدونيس المسنن
Résédacées	<i>Reseda alba</i>	Réséda blanc	Djaneb lekhrouf	البليحاء البيضاء
	<i>Reseda lutea</i>	Reseda jaune	Djaneb lekhrouf	البليحاء الصفراء
Zygophyllacées	<i>Peganum harmala</i>	Harmel	Harmal	الحرمل
	<i>Zygophyllum album</i>	-----	Bougriba / agga	القلاب
Papavéracées	<i>Glaucium corniculatum</i>	Glaucie	Bougaroune	المامينا
	<i>Papaver rhoeas</i>	Coquelicot	Bougaroune	الخشخاش الجداري
Amarantacées	<i>Amaranthus lividus</i>	Amarante verte	-----	القطيفة الخضراء
	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Amarante réfléchie	-----	القطيفة
Primulacées	<i>Anagallis arvensis variété phoenica</i>	Mouron rouge	Lebbine	الزغليل الحقلي
	<i>Anagallis arvensis variété caerulea</i>	Mouron bleu	Lebbine	الزغليل الحقلي
Plumbaginacées	<i>Limonium delicatulum</i>	Statice	Odnine deb	
	<i>Limonstrum guyaniana</i>		Zita	
Cucurbitacées	<i>Ecballium eclatum</i>	Ecballium	Feggous lehmir	قتاء الحمار
	<i>Colocynthis vulgaris</i>	Coloquinte	Haj : hadadj	الحنظل
Cypéracées	<i>Cyperus rotundus</i>	Souchet à Tubercules	Timo saya	السعد المستدير

Urticacées	<i>Urtica dioica</i>	Orties dioïques	Horrig	الحريق
Rubiaceés	<i>Rubia peregrina</i>	Garance voyageuse	Foua	الفوة
Portulacacées	<i>Portulaca oleracea</i>	Pourpier	Berzgala	الرجلة
Oxalidées	<i>Oxalis pes-caprae</i>	Oxalide	Hommida	الحميضة
Tamaricacées	<i>Tamarix gallica</i>	Tamaris	Tarfa	الطرفة
Juncacées	<i>Juncus maritimus</i>	Jonc	Smar	السمار
Caryophyllacées	<i>Vaccaria pyramidata</i>	Saponaire	-----	الصابونية
Labiées	<i>Marrubium bulgare</i>	Marrube	Meriouat	الفرسيون
Orobanchacées	<i>Orobanche sp</i>	Orobanche	-----	الجعفل
Thymeleacées	<i>Thymelea microphylla</i>	Thymélé	Methnane	مثنان
Géraniacées	<i>Erodium triangulare</i>	Bec de grue		أبلشون
Borraginacées	<i>Echium trygorrhizum</i>	Vipérine		زهرة الأفعى
Asclépiadacées	<i>Pergularia tomentosa</i>	Asclépiade tomenteux	Bouticha	لصقلاب اللبدي
Frankeniaceés	<i>Frankenia pulverulenta</i>			
Rosacées	<i>Poterium sanguisorba</i>	Pimprenelle	Zitia	كزبرة الثعلب
Scrofulariacées	<i>Veronica sp</i>	Véronique		

1.5. - Faune de la région d'étude

La longue histoire de culture oasienne est donc à l'origine d'une diversité génétique exceptionnelle, des savoirs et savoir faire dans la conduite du palmier dattier, des autres cultures sous-jacentes et des animaux, (I.N.R.A.A, 2006).

Remini (1997), a inventorié les principaux ordres d'insectes repartis dans la région de Biskra (Tableau 4).

Tableau 4 - Espèces d'insectes réparties dans la région de Biskra, (Remini, 1997)

Ordres	Espèces
Podurata	<i>Sminthurus sp</i>
	<i>Entomobrya lanuginosa</i> Nicol
Odonatoptera	<i>Onychogonphus forcipatus</i> (Linné, 1758)
	<i>Crocothemis erythrea</i> (Brulle, 1832)
	<i>Orthetrum ramburii</i> (Selys, 1848)
	<i>Ortherum ramburii</i> (Burmeister, 1839)
	<i>Anax parthenope</i> (Seys, 1839)
Blattoptera	<i>Periplaneta americana</i> (Linné, 1758)
Mantoptera	<i>Amblythespis lemoroi</i> (Finol, 1983)
Orthoptera	<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i> (Linné, 1758)
	<i>Gryllulus sp.</i> (Uvarov, 1935)
	<i>Gryllus sp.</i> (Linné, 1758)
	<i>Paratettix meridionalis</i> (Sanssure, 1884)
	<i>Omocestus lucasi</i> (Brisout, 1850)
	<i>Ailopus strepens</i> (Latreille, 1804)
	<i>Ailopus thalassinus</i> (Fabricius, 1871)
	<i>Ailopus savignyi</i> (Krauss, 1890)
	<i>Anacridium aegyptium</i> (Linné, 1764)
	<i>Acridella nasuta</i> (Linné, 1758)
	<i>Locusta migratoria</i> (Linné, 1767)
	<i>Duroniella lucasi</i> (Bolivar, 1881)
	<i>Euprepocnemis plorans</i> (Charpentier, 1825)
	<i>Oedaleus decorus</i> (Guemar, 1826)
	<i>Pyrgomorpha conica</i> (Olivier, 1791)
	<i>Pyrgomorpha sp.</i> (Serville, 1839)
	<i>Platypterna gracilis</i> (Krauss, 1902)
	<i>Orchrilidia tibialis</i> (Fieber, 1853)
	<i>Thisoicetrus annulosus</i> (Walker, 1870)
	<i>Thisoicetrus sp.</i> (Brunner, 1893)
	<i>Tropidopola cylindrica</i> (Marshall, 1835)
	<i>Acrotylus patruelis</i> , (Herrich-Shaeffer, 1838)

Dermaptera	<i>Labidura riparia</i> (Pallas, 1773)
Homoptera	<i>Forficula auricularia</i> (Linné, 1758)
	<i>Parlatoria blanchardi</i> Targ
	<i>Myzus persicae</i> Pass
	<i>Hyperomyzus lactuacea</i>
	<i>Aphis fabae</i>
	<i>Aphis gossypii</i>
	<i>Aphis craccivora</i>
	<i>Acrythosiphon pisum</i>
	<i>Brachycaudus cardi</i>
	<i>Lachnus sp. Illiger</i>
	<i>Mysocallis sp.</i>
	<i>Sitobion avenae</i>
	<i>Toxoptera aurantii</i> Koch
	Hemiptera
<i>Sehirus sp1</i>	
<i>Sehirus sp2</i>	
<i>Carpocoris sp.</i>	
<i>Corisus sp</i>	
<i>Corixa sp.</i>	
<i>Lygaeus militaris</i>	
<i>Lygaeus sp.</i>	
Coleoptera	<i>Anthicus sp1</i> Paykull
	<i>Anthicus sp2</i>
	<i>Anthicus sp3</i>
	<i>Anthicus sp4</i>
	<i>Rhizopertha dominica</i> F
	<i>Hydroporus sp</i> Clairville
	<i>Anthaxia sp1</i>
	<i>Anthaxia sp2</i>
	<i>Omophlus erythrogaster</i>
	<i>Oxythyrea funesta</i> Poda
	<i>Cetonia squalida</i>
	<i>Hoplia sp. Illiger</i>
	<i>Cetonia cuprea</i> Fabricius

<i>Plagiographus excoritus</i>
<i>Pseudocleonus sp.</i>
<i>Phytonomus sp.</i>
<i>Phytonomus sp.</i>
<i>Apion sp.</i>
<i>Plagiographus hieroglyphicus</i>
<i>Pleurophorus coesus</i> (Panz)
<i>Aphodius sp1</i>
<i>Rhizotrogus sp</i> (Latreille
<i>Psommobius sulcicollis</i>
<i>Hybosorus sp</i>
<i>Anthophagus taurus</i> Schreber
<i>Pharoscymnus spnumidicus</i> Sic
<i>Scymnus (Pullus) subvillosus</i>
<i>Scymnus (Mimopullus) mediteraneus</i>
<i>Hippodamia (Adonia) variegata</i> Goeze
<i>Adalia decimpunctata</i> Linné
<i>Coccinella algerica</i> Kovar
<i>Stethorus punctillum</i> Weise
<i>Cybocephallus palmarum</i>
<i>Cybocephalus sp</i>
<i>Carpophila bipunctata</i>
<i>Carpophilus hemipterus</i>
<i>Cicindella flexuosa</i>
<i>Cicindella trisignata</i>
<i>Pimelia sp</i> Fabricius
<i>Blaps sp</i>
<i>Akis elegans</i>
<i>Zophosis zuberi</i>
<i>Tenthyria sp</i> Latreille
<i>Cossiphus sp</i>
<i>Tribolium sp</i>
<i>Adesmia biskriensis</i>
<i>Erodius carinatus</i>
<i>Enthrinus sp</i>

	<i>Trogoderma granarius</i>
	<i>Polystichus sp Bonelli</i>
	<i>Drypta distincta</i> Rossi
	<i>Brachynus sp</i>
	<i>Harpalus latus</i>
	<i>Harpalus diffinis</i>
	<i>Pogonus sp Nicolai</i>
	<i>Carabus sp Latreille</i>
	<i>Graphyterus lactuosus</i>
	<i>Tetracha euphratica</i>
	<i>Brachymus plagiatus</i> Reich
	<i>Anisodactylus poeciloides</i> Steph
	<i>Anchomenus obscurus</i> Herbst
	<i>Ditomus capito</i> Serv
	<i>Bradycellus meridianus</i> L
	<i>Dromius sp1 Bonelli</i>
	<i>Dromius sp2 Bonelli</i>
	<i>Sphodrus leucophthalmus</i> L
	<i>Onthophagus sp</i>
	<i>Aphodius sp2 Illiger</i>
	<i>Aphodius sp3</i>
	<i>Hydroporus sp2</i>
	<i>Hydroporus sp3</i>
	<i>Cryptohypnus sp Eschcholtz</i>
	<i>Heliphorus brevipalpis</i> Bedel
Hymenoptera	<i>Cataglyphis bomycina</i>
	<i>Crematogaster sp Lund</i>
	<i>Camponotus sp1 Mayr</i>
	<i>Cardiacondyla batest</i>
	<i>Aphenogaster sp Mayr</i>
	<i>Dorylus sp</i>
	<i>Monomorium salomonis</i>
	<i>Monomorium sp1 Mayr</i>
	<i>Pheidol pallidula</i> Nyl
	<i>Pheidol sp Westwood</i>

	<i>Plagiolepsis barbara</i>
	<i>Tapinoma nigerimum</i>
	<i>Tetramorium biskriensis</i>
	<i>Myrmilla dorsata</i> (Dalla Torr� 1897)
	<i>Dasylabris maura</i>
	<i>Mutilla sp1</i>
	<i>Mutilla sp2</i>
	<i>Chrysis sp</i>
	<i>Lysiphielibus sp</i>
	<i>Sceliphron spirifex</i>
	<i>Polistes gallicus</i>
	<i>Apis mellifera</i> Fabricius 1781
	<i>Chrysoperla carnea</i>
	<i>Chrysoperla flava</i> Scop
	<i>Chrysoperla sp</i>
	<i>Coniopteryx tineiformis</i>
Lepidoptera	<i>Agrotis puta</i>
	<i>Agrotis segetum</i>
	<i>Agrotis pronuba</i>
	<i>Scotia vestigialis</i> Huf
	<i>Peridroma saucia</i>
	<i>Tephрина disputaria innotata</i>
	<i>Coenocalpe millierata meridionalis</i>
	<i>Danaus chrysippus</i>
	<i>Vanessa cardui</i>
	<i>Deilephilia lineata</i>
	<i>Phycitodes sp</i> (Hampson, 1917)
	<i>Cadra callidela</i> (Guenee)
	Diptera
<i>Asilus sp</i>	
<i>Drosophila sp</i>	
<i>Epistrophe balteatus</i>	
<i>Syrphus sp</i>	

De même Hellal a cité les insectes inventoriés dans la région de Biskra (Tableau 5).

Tableau 5 – Liste des insectes inventoriés dans la région de Biskra selon (Hellal, 1996)

Ordres	Espèces
Orthoptera	<i>Duroniella lucasi</i>
	<i>Aiolopus thalassinus</i>
	<i>Ochrilidia gracilis</i>
	<i>Locusta migratoria</i> Linné, 1767
Hymenoptera	<i>Cataglyphis bicolor</i> Först
	<i>Tetramorium biskrensis</i> Forel, 1904
	<i>Pheidole pallidula</i> Nylander, 1848
	<i>Camponotus</i> sp. Cagniant
	<i>Polistes gallicus</i> Latreille
	<i>Mutilla</i> sp.
	<i>Apoidea</i> sp.
Coleoptera	<i>Cicindela flexuosa</i> Linné.
	<i>Harpalus rubripes</i> Duft.
	<i>Onthophagus taurus</i> Schreb
	<i>Oxythyrea pantherina</i> Mulsant
	<i>Coccinella algerica</i> Linné
	<i>Pharoscyrnus mumidicus</i>
	<i>Blaps mortisaga</i> Linné
	<i>Hoplia argentea</i> Poda
Diptera	<i>Cyclorrhapha</i> sp.
	<i>Sarcophaga</i> sp. Meigen
	<i>Drosophila</i> sp. Fallén
	<i>Lucilia</i> sp. Robinneau-Desvoidy
Nevroptera	<i>Chrysoperla carnea</i>

Tarai (1991), a inventorié les principaux orthoptères dans la région de Biskra, (Tab. 6).

Tableau 6 – Espèces d'orthoptères de la région de Biskra selon Tarai (1991)

Familles	Espèces
Acrididae	<i>Aiolopus thalassinus</i> (Fabricius, 1781)
	<i>Aiolopus strepens</i> (Latreille, 1804)
	<i>Duroniella lucasii</i> (Bolivar, 1881)
	<i>Acrotylus patruelis</i> (Herrich-Schaeffer, 1838)
	<i>Acrotylus longipes</i> (Charpentier, 1845)
	<i>Oedaleus decorus</i> (Germar, 1826)
	<i>Oedaleus senegalensis</i> (Krauss, 1877)
	<i>Oedipoda fuscocincta</i> (Lucas, 1849)
	<i>Oedipoda caerulescens</i> (Linné, 1758)
	<i>Oedipoda miniata</i> (Pallas, 1771)
	<i>Sphingonotus carinatus</i> (Saussure, 1888)
	<i>Sphingonotus octofasciatus</i> (Serville, 1839)
	<i>Sphingonotus savigny</i> (Saussure, 1886)
	<i>Sphingonotus obscuratus</i> (Finot, 1902)
	<i>Sphingonotus maroccanus</i> (Uvarov, 1930)
	<i>Scintarista nubilalis</i> Walker, 1870
	<i>Sphodromerus cruentatus</i> (Krauss, 1902)
	<i>Eyprepocnemis plorans</i> (Charpentier, 1825)
	<i>Heteracris annulosus</i> Charpentier, 1825
	<i>Anacridium aegyptium</i> (Linné, 1764)
	<i>Ochrilidia gracilis</i> (Krauss, 1902)
	<i>Ochrilidia harterti</i> (Bolivar, 1913)
	<i>Ochrilidia tibialis</i> (Fieber, 1853)
	<i>Truxalis nasuta</i> Linné, 1758
	<i>Pyrgomorpha conica</i> (Olivier, 1791)
	<i>Pyrgomorpha</i> sp. Serville, 1839
<i>Eunapiodes granosus</i> (Stal, 1876)	

Selon (Viladerbo, 1973), la nature particulière du palmier dattier, ses exigences climatiques, indispensables à sa croissance, font de l'environnement de la palmeraie un biotope extrêmement spécial, peu favorable au développement des insectes en général. Il en résulte que la plupart des déprédateurs du dattier ou de la datte sur pied ne s'attaquent qu'à cette seule plante.

Cependant (Tarai, 1991) écrit que celle-ci attire un grand nombre d'orthoptères (Tableau 6). Ceci est dû à la richesse des plantes cultivées et des adventices qui offrent de la nourriture à ces espèces cependant que parmi ces invertébrés ce sont les orthoptères qui prédominent. De même des études menées au niveau des palmeraies des Zibans ont montré les attaques de plusieurs ravageurs qui sont respectivement le foreur des rachis des palmiers du palmier, *Apate monachus* (Fabricius, 1775) (Bensalah, 2000a, b), *Parlatoria blanchardi* Targioni-Tozzetti, 1868 (Salhi, 2000), *Ectomyelois ceratoniae* Zeller et *Carpophilus hemipterus* Leach sur les dattes tombées au sol ou en voie de déperissement. De même il a été noté la présence des parasites d'*Ectomyelois ceratoniae* tels que *Habrobracon hebetor* et *Phanerotoma flavitestacea* (Chikh et al, 2000). Enfin (Guessoum, 1985), a signalé que les attaques de l'acarien boufaroua *Oligonychus afrasiaticus* (Mc Gregor, 1939), revêt une importance accrue surtout pendant les années de sécheresse.

(Hellal, 1996), a enregistré la présence de 67 espèces d'arthropodes réparties entre 7 ordres (Tableau 5).

Conclusion

Les oasis sont particulièrement et essentiellement des palmeraies. Les palmiers dattiers constituent l'essentiel du paysage dont la végétation très dense et stratifiée se compose de jardins - vergers.

Les arbres fruitiers diversifiés: grenadiers, figuiers, oliviers, abricotiers et vigne, sont d'autant plus rares que les palmiers qui les dominent sont plus nombreux.

Les cultures annuelles : fèves, oignons, ail, carottes, pastèque, melon et navets et parfois quelques aires de blé et d'orge font place en été aux tomates et aux piments. La culture d'oasis est intensive.

La biodiversité des milieux arides constitue une ressource importante pour les populations humaines qui vivent dans ces zones et également pour le reste de l'humanité.

Cette diversité biologique résulte de processus de sélection longs et complexes qui, au cours de millions d'années, ont abouti à définir une relation privilégiée entre des espèces et variétés, animales et végétales, et des espaces caractérisés par des contraintes climatiques et édaphiques particulières, (Le Berre et Ramousse., 2003).

CHAPITRE II - DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES ACRIDIENS

2.1. - Données bibliographiques sur les acridiens

Les criquets ou acridiens sont des insectes sauteurs de l'ordre des orthoptères, à antennes courtes et élytres longs ou courts selon les espèces, au chant caractéristique, appelés souvent et abusivement sauterelles. Le nom correct pour les espèces non grégariaptes (qui ne forment jamais des essaims) est sauteriaux. Les espèces grégariaptes sont les redoutables locustes. Les criquets strident en produisant leur chant par le frottement des pattes postérieures sur une nervure des élytres.

L'ordre des Orthoptères (Arthropodes, Hexapodes, Insectes, Ptérygotes, Neoptères) est un des groupes d'insectes les plus anciens. Il regroupe de 18 000 à 20 000 espèces d'Ensifères (sauterelles et grillons) et de Caelifères (criquets) (Kevan, 1982) in (Lenoir, 2001). La sous-famille des Cyrtacanthacridinae (Caelifera, Acrididae), est représentée par 36 genres, plus ou moins bien définis parmi lesquels se trouvent de nombreux groupes d'importance économique qui possèdent des espèces grégariaptes : *Schistocerca gregaria*, *Locusta migratoria* et *Dociostaurus marocanus*.

2.2. - Systématique

D'après Song (2004a), le genre *Schistocerca* Stål est un groupe biologiquement passionnant. Les espèces de *Schistocerca* du nouveau monde sont divers et adaptés aux différents environnements. *Schistocerca* est connu surtout comme étant un groupe taxonomiquement difficile de par ses différentes couleurs (Hebard, 1923; Hubbell 1960) in (Song, 2004a).

D'après (Popov et al., 1991), le genre *Schistocerca* Stål, 1873 est représenté par une trentaine d'espèces,

D'après Song (2004b, 2006), *Schistocerca* Stål est le genre le plus varié de la sous-famille des Cyrtacanthacridinae, contenant 50 espèces largement distribuées à travers le monde (Dirsh, 1974) in (Song, 2004b). Le criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria* (Forskål,

1775), est la seule espèce représentative et l'un des insectes les plus connus de l'ancien monde.

(Kevan, 1989) in (Song, 2004b), suggère que *Schistocerca* du nouveau monde est le résultat de plusieurs croisements entre les ancêtres de *Schistocerca* de l'ancien monde.

Selon (Zafack, 2004), *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775), du nom vernaculaire de criquet pèlerin, est de la classe des locustes : un acridien présentant un phénomène de polymorphisme phasaire. Il peut donc être présent :

- Soit en phase solitaire : c'est la période de récession au cours de laquelle l'espèce est peu abondante et d'une faible importance économique.
- Soit en phase grégaire, c'est la période d'invasion.

Le criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775), appartient à la sous-famille des Cytacanthacridinae qui fait partie des Acrididae. L'espèce est unique dans l'ancien monde, Mallamaire (1965); Popov et al., (1990) ; Popov et al., (1991) ; Gerardi (1991) ; Lecoq (1991,2003) ; Voisin (1992), Latchininsky et Launois-Luong, (1997) ; Wootton et al. (2000) ; Barbouche et al., (2001) ; Defaut (2001) ; Lenoir (2001) ; Symmons & Cressman., (2001) ; Culumsee (2002) ; Simpson et al, (2002) ; Graham (2003) ; Rogers (2003); Sword (2003); Woldewahid (2003); Song (2004b) ; Zafack (2004) ; Despland (2005) ; Ammar et al. (2006) ; Lovejoy et al., (2006) ; Mestre & Chiffaud (2006) ; Obaid Omer, (2006), .

Le criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) fait partie de l'ordre des Orthoptères et du sous-ordre des Caelifères. Dans le système "classique" (Uvarov, 1966) in (Latchininsky et Launois-Luong., 1997), le genre *Schistocerca* appartient à la famille des Acrididae, alors qu'il est plus traditionnellement rattaché à la sous-famille des Cyrtacanthacridinae (Dirsh, 1965b, 1974 ; Uvarov, 1966) in (Latchininsky et Launois-Luong, 1997).

Schistocerca gregaria présente deux sous-espèces, l'une nominative et la plus connue *Schistocerca gregaria gregaria* (Forskål, 1775) et l'autre, *Schistocerca gregaria flaviventris* (Burmeister, 1838) (Benhalima et al, 1985), plus modestement répartie en Afrique du Sud-Ouest, (Latchininsky et Launois-Luong, 1997).

Selon (Defaut, 2001), la position systématique de *Schistocerca gregaria* est la suivante:

Super – ordre: Orthopteroidea Handlirsh, 1908

Ordre: Caelifera Ander, 1939

Sous – ordre: Acrididea MacLeay (1819)

Super – Famille: Acridoidea MacLeay, 1821

Famille: Acrididae MacLeay, 1821

Sous - Famille: Cyrtacanthacridinae Kirby, 1902

Tribu: Cyrtacanthacridini Kirby, 1902

Genre: *Schistocerca* Stal, 1873

Espèce: *Schistocerca gregaria*

2.3. - Caractéristiques du genre de l'espèce *Schistocerca gregaria*

2.3.1. - Caractéristiques morphologiques :

Barataud (2005), note que durant le vol, les ailes postérieures des criquets se déplient à la manière d'un éventail alors qu'au repos, elles se replient longitudinalement sous l'étui protecteur des tegmina.

L'abdomen renferme essentiellement le tube digestif et les organes sexuels, chez les criquets, chacun des côtés du premier segment abdominal porte un organe auditif. A l'exception de la courtilière, tous les orthoptères sont pourvus, dans le sexe femelle, d'un ovipositeur. Il est très développé et évoque un sabre chez les ensifères alors qu'il est beaucoup plus réduit et rétracté dans l'abdomen chez les caelifères, (Fig. 12).



Figure 12 - Adulte d'un criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775).
(Originale)

D'après (Chopard, 1943), *Schistocerca* (Stal, 1873), à une grande taille, pronotum fortement rétréci dans la prozone; tubercule prosternal cylindrique, légèrement incliné en arrière; plaque sous-génitale du mâle rétréci et échancrée en arrière; cerques plats, comprimés, obtus à l'apex.

Selon (Doumandji et Doumandji-Mitiche, 1994), la structure du prosternum est très diversifiée. Il peut être armé d'un tubercule sur le disque pour *Schistocerca gregaria*.

D'après (C.I.R.A.D, 2004), les larves et les ailés solitaires de *S. gregaria*, se distinguent des individus de phase grégaire par la carène dorsale du pronotum en forme de crête et non déprimée ou droite. Leur taille est différente. Les ailés solitaires de *S. gregaria* sont plus grands que les grégaires.

D'après (Duranton et Lecoq., 1990), le criquet pèlerin est un acridien de grande taille. Les femelles mesurent de 70 à 90 mm de long, les mâles de 60 à 75 mm. Les antennes sont filiformes. Le pronotum (Fig. 13) est comprimé dans la prozone et son bord postérieur est anguleux. Le tubercule prosternal est arrondi, mince, à apex émoussé, légèrement incliné vers l'arrière.

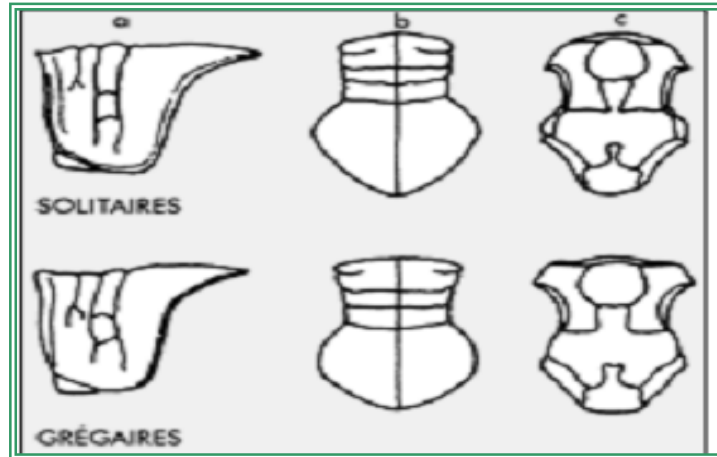


Figure 13 — Principales différences morphologiques entre les phases solitaire et grégaire types du Criquet pèlerin (d'après Dirsh, 1953).in Duranton et Lecoq. 1990 A: pronotum en vue latérale ; b: pronotum en vue dorsale ; c : thorax en vue ventrale.

Les élytres comme les ailes sont longs, dépassant nettement l'extrémité abdominale et les genoux postérieurs, (Fig. 14).



(Originale)

Figure 14. – Deux ailés immatures en phase grégaire

Les cerques mâles sont courts, rectangulaires et la plaque sous-génitale est incisée (Fig. 15a, 15b).

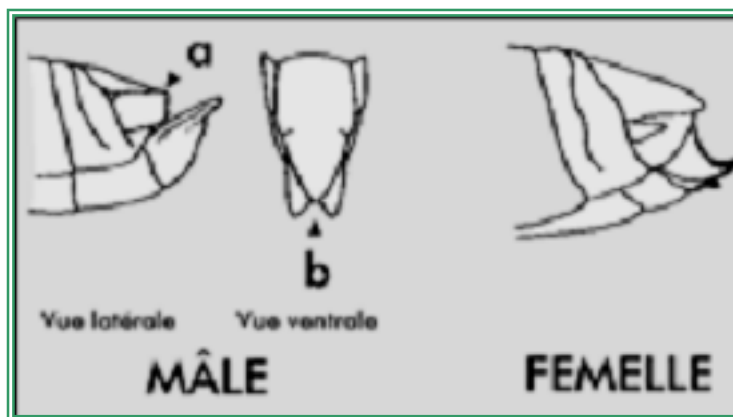


Figure 15a — Extrémités abdominales mâle et femelle ducriquet pèlerin.
(Duranton et Lecoq, 1990).

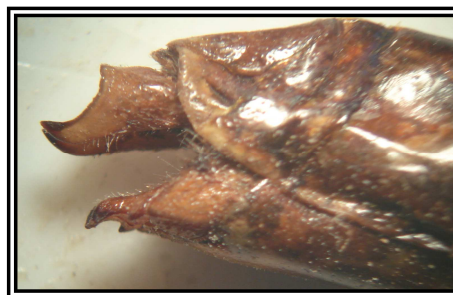
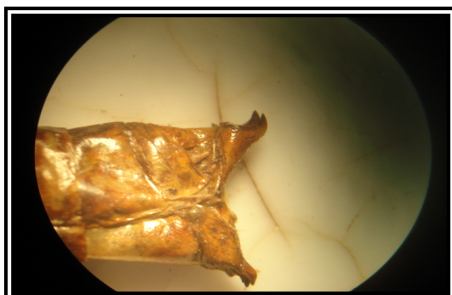
Les flèches soulignent, chez le mâle, la forme rectangulaire des cerques (a) et l'échancrure de la plaque sous-génitale (b).

Chez les femelles (Fig. 15a, 15c), nous notons deux paires de valves courtes scléritinisées à l'apex.



Originale

Figure 15b — Extrémités abdominales mâle du criquet pèlerin.
A gauche mâle mature à droite mâle immature ailé rose.



Originale

Figure 15c – Extrémités abdominales femelle du criquet pèlerin.
A gauche femelle immature à droite femelle mature grégaire

La coloration du criquet pèlerin est très variable, elle dépend de l'état phasaire et de la maturation sexuelle. Les yeux sont striés. Les élytres sont maculés de taches brunes. Les tibias postérieurs sont de la teinte générale du corps. Les ailes sont hyalines, rosâtres ou jaunâtres selon la phase et l'état de maturation sexuelle de l'individu.

Girardie (1991), note que les effets de groupe, les effets de masse et les facteurs abiotiques seraient les causes primaires du polymorphisme phasaire des criquets grégarisables.

Lecoq (1991), mentionne que le criquet pèlerin appartient à la catégorie des acridiens de type "locuste" présentant un phénomène de polymorphisme phasaire, c'est-à-dire la possibilité de développer des aspects variés et réversibles selon la densité des populations. Ces différents aspects sont désignés sous le terme de phases.

Schématiquement, on parle de phase solitaire pour les populations de faible densité et de phase grégaire pour les populations de forte densité.

Le terme de transformation phasaire désigne le passage d'une phase à l'autre, il existe, par ailleurs, des formes intermédiaires dites transiens. On parlera de transiens congregans dans le cas d'une évolution de la phase solitaire vers la phase grégaire et de transiens degregans dans le cas inverse du passage de la phase grégaire vers la phase solitaire. Le passage de la phase solitaire à la phase grégaire demande en général plusieurs générations successives au cours desquelles les conditions favorisant la transformation phasaire se maintiennent.

Il existe deux phases différentes chez les locustes: la phase solitaire et la phase grégaire. Quand les densités acridiennes sont faibles, les individus sont solitaires.

Quand les effectifs acridiens augmentent, des groupes denses se forment et les criquets deviennent grégaires. Les changements de comportement peuvent être rapides (Symmons et *al.*, 2001).

Dans la pratique trois mesures seulement peuvent suffire à caractériser l'état phasaire, au niveau morphologique, d'une population de criquet pèlerin. Il s'agit des mesures de E, F et C :

E : longueur de l'élytre,

F : longueur du fémur postérieur,

C : largeur maximale de la tête.

Une population de criquet pèlerin peut être caractérisée par sa densité, son étendu et son état phasaire global.

L'état phasaire d'une population du criquet pèlerin pourra être défini entretenant essentiellement les caractéristiques morphologiques, pigmentaires et comportementales.

Selon les caractéristiques morphologiques, la population pourra être qualifiée de solitariforme (sf), de transiforme (tf) ou de grégariforme (gf).

L'état phasaire d'un individu, sur le plan de la pigmentation, pourra être apprécié plus précisément en notant un ensemble de critères.

Chez les solitaires, la coloration varie relativement peu avec l'âge contrairement à ce qui est observé chez les grégaires, la teinte générale est à dominante jaune sable, brune ou grise. Chez les grégaires la teinte générale du corps est plus homogène que chez les solitaires. On observe, en particulier, par ailleurs, la teinte générale du corps varie beaucoup en fonction de l'âge des individus et de leur état de maturité sexuelle.

Les imagos immatures sont roses, plus ou moins foncé selon que les criquets ont évolué à haute ou basse température. Le rose vif peut virer au rouge brunâtre si les criquets ont passé plus de deux mois à ce stade immature en région fraîche.

Les imagos matures sont de coloration jaune uniforme, les ailes sont légèrement jaunâtres. La première partie du corps commençant à jaunir est d'ailleurs la base des ailes postérieures. Ensuite, des traces de jaune apparaissent sur la partie dorsale des derniers segments abdominaux. À ce stade, les mâles sont normalement prêts à s'accoupler et peuvent être considérés comme matures. La teinte jaune gagne ensuite tout le corps de l'insecte.

Les individus transiens peuvent présenter des colorations plus ou moins intermédiaires. (Duranton et Lecoq, 1990).

Chez *S. gregaria*, le même phénomène est déclenché à partir de 500 individus à l'hectare. Parmi les critères de distinction entre les phases, la morphométrie est souvent utilisée.

L'analyse du polymorphisme morphométrique, caractérisé par les profils E/F permet de considérer la composition phasaire pour chaque campagne d'invasion, (Boughdad, 1991).

Les criquets sont dotés d'une plasticité relative au comportement extrême; en réponse à des changements dans la densité de la population, ils changent leur comportement dramatiquement. Ces changements dans le comportement facilitent l'apparence de plusieurs changements morphologiques et physiologiques, caractéristiques de phase densité-dépendantes cumulativement appelées (Dirsh, 1953 ; Uvarov, 1966 ; Pener, 1991 ; Peneretal, 1997 ; Applebaum et Heifetz, 1999) in (Fuchs et *al.*, 2003), une densité d'une population des criquets agrègent activement, en formant de grands essaims. Dans un contraste marqué, les animaux isolés sont mystérieux, en démontrant l'activité locomotrice restreinte.

Un des principaux changements de la phase relatifs au comportement est le comportement du vol qui est plus intense chez les criquets grégaires.

Les essaims du criquet pèlerin exposent des vols migrateurs diurnes et longs, en dissimulant 1000 Km par semaine (Steedman, 1990) in (Fuchs et *al.*, 2003).

Au cours de la transformation phasaire, tout le corps du criquet subit des modifications celles-ci peuvent faire l'objet de mesures morphométriques et servir à caractériser la phase d'un locuste, (Luong-Skovmand et *al.*, 2004).

Latchninsky et Launois-Luong, (1997), précisent que la transformation phasaire s'accompagne de modifications significatives de forme et de taille de l'insecte. Ainsi, les grégaires ont-ils un pronotum resserré en son milieu, ce qui n'est pas le cas chez les

solitaires. Le bord postérieur du pronotum forme un angle presque droit chez les solitaires alors que chez les grégaires il est nettement supérieur à 90° (Fig. 14). Le rapport de la longueur de l'élytre (E) sur la longueur du fémur postérieur (F) E/F est inférieur à 2,05 chez les solitaires, compris entre 2,06 et 2,15 chez les *transiens*, et supérieur à 2,16 (jusqu'à 2,40) chez les grégaires (Bey-Bienko et Mistchenko, 1951 ; Mistchenko, 1952 ; Stcherbinovsky, 1952) in (Latchininsky et Launois-Luong, 1997).

Le criquet pèlerin appartient au groupe des acridiens grégariaptés, encore appelés locustes, qui ont la particularité de se présenter sous la forme solitaire ou sous la forme grégaire selon certaines circonstances.

Les caractères qui différencient les solitaires des grégaires sont extrêmement complexes et variés, ils sont autant éthologiques, physiologiques que morphologiques. (Latchininsky et Launois-Luong, 1997).

L'œuf de Criquet pèlerin a une forme allongée, légèrement incurvée, une couleur jaune clair à brunâtre, (Fig. 16) sa longueur est légèrement inférieure à un centimètre.



Figure 16 – Œufs du criquet pèlerin Nurein (S. D).

(Duranton et Lecoq, 1990 ; Popov et *al.*, 1991), soulignent que l'oothèque est grande sans paroi consolidée. Les pontes des solitaires et des grégaires ont la même taille et la même forme générale.

La principale différence réside dans le nombre et la taille des œufs, ceux produits par les solitaires étant plus petits et plus nombreux que ceux produits par les grégaires.

2.3.2 - Caractéristiques éco-éthologiques

La plupart du temps, le criquet pèlerin est un insecte solitaire vivant dans les régions arides qui s'étendent de la Mauritanie, en Afrique de l'Ouest, à l'Inde occidentale. Dans des conditions favorables, lorsque les pluies favorisent le développement de la végétation prisée par les criquets pèlerins, ces insectes se reproduisent si rapidement que leur nombre est multiplié par quatorze à chaque génération en l'espace de dix semaines. Deux étapes précèdent une invasion: la résurgence et la recrudescence. Les résurgences se produisent localement dans un seul pays, voire simultanément dans plusieurs pays, lorsque les acridiens se reproduisent et croissent en nombre significatif dans des aires relativement petites. Le comportement et l'apparence physique des criquets pèlerins changent lorsqu'ils commencent à proliférer et à former des groupes de plus en plus denses. S'il n'est pas maîtrisé et si l'habitat et le climat sont favorables, ce processus de grégarisation peut se poursuivre.

Les larves forment alors des bandes larvaires et les adultes des essaims. Les résurgences peuvent se transformer en recrudescences qui peuvent dévaster une région entière, (Brader et *al.*, 2006).

Lorsque les criquets sont totalement grégaires, leur maturation devient synchronisée et ils se comportent comme une entité homogène. Si la lutte ne parvient pas à l'enrayer, une invasion se produit, qui peut dévaster une partie d'un continent ou la totalité de l'aire de rémission. Toutes les résurgences n'évoluent pas en recrudescences, lesquelles ne se transforment pas systématiquement en invasions.

Même dans des conditions optimales, il faut au moins un an, voire davantage, avant qu'une invasion ne se développe. Plus de quarante pays répartis sur plus de trente-deux

millions de kilomètres carrés peuvent être dévastés par les criquets pendant une invasion (Cressman, 2005) in (Brader et *al.*, 2006).

Quand le milieu est uniformément favorable, les femelles solitaires pondent un peu partout et séparément. En cas d'assèchement du sol, il y a diminution de la surface des biotopes favorables ce qui les conduit à se rassembler dans des superficies de plus en plus restreintes, souvent situées dans des dépressions encore humides ou dans des oueds. Ce phénomène, commun dans les foyers grégarigènes sahariens, constitue un facteur extrêmement efficace. En effet, les femelles très sensibles aux conditions hydriques du sol, vont se trouver de plus en plus nombreuses par unité de surface, en compagnie de mâles. Lorsque la densité atteint un seuil critique, de l'ordre de quelques centaines d'individus par hectare, un comportement grégaire se manifeste. Avec 350 à 500 ailés par hectare, on peut compter jusqu'à une centaine d'oothèques au mètre carré à cause des pontes qui s'y sont succédées dans le temps tous les 5 à 10 jours. C'est le premier pas vers le processus de la grégariation d'une population initialement solitaire, (Popov et *al.*, 1990).

L'aire de distribution du Criquet pèlerin en phase solitaire montre que cet acridien est inféodé aux déserts chauds de l'Ancien Monde.

En phase grégaire, il envahit les marges semi-arides, voire humides des zones désertiques, méditerranéennes ou tropicales.

Chara (1995), note que les individus solitaires se déplacent la nuit alors que les grégaires font des déplacements diurnes. Toutefois, il peut arriver que les 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 grégarigistes par contre quand, chaque individu mène une vie isolée et adopte un comportement qui lui est propre il est appelé solitarigeste.

Zafack (2004), note que le criquet pèlerin est le plus grégariapte de locustes. Le passage de la phase solitaire inoffensive à la phase grégaire nuisible et envahissante se fait

plus facilement, en passant par une étape appelée transien. Ce processus de changement de phase est déclenché dès que la densité à l'hectare atteint 500 imagos.

La reproduction de l'espèce dépend étroitement de la pluviométrie et des conditions écologiques.

2.3.3. - Caractéristiques biologiques

Il existe des différences de réponse de *Schistocerca gregaria* selon ses états biologiques (œufs, larves, ailés) en phase solitaire et en phase grégaire vis-à-vis de quelques facteurs de l'environnement, (Duranton et Lecoq, 1990).

D'après ces mêmes auteurs, le cycle biologique du criquet pèlerin comprend, comme chez les autres espèces de criquets, trois états successifs (œufs, larves et imagos) (Fig 17).



Originale

Figure 17 - Les différents stades larvaires et imaginaux du criquet pèlerin

Chez les grégaires, il existe une grande synchronisation dans le développement des populations. En un site donné, un ou deux stades biologiques seulement sont observés simultanément. Au contraire, chez les populations solitaires, des individus de tous états

biologiques (œufs, larves, ailés) et de tous stades de développement peuvent être observés en même temps au même endroit.

Le criquet pèlerin se reproduit en continu toute l'année. Le développement des embryons ne subit pas d'arrêt obligatoire et les œufs sont déposés directement dans le sol, sans protection. Ils sont très sensibles à la sécheresse, aussi la ponte n'a-t-elle lieu que si la femelle peut atteindre la couche humide du sol entre cinq et quinze centimètres de profondeur. Juste après la ponte, les œufs absorbent l'eau et amorcent leur développement. Dans les quatre premiers jours, leur poids double et leur couleur passe du jaune orangé au brun clair. Dans les conditions ambiantes de l'hivernage sahélien, la durée d'incubation est de 12-15 jours environ mais elle peut atteindre 25 jours en fin de saison des pluies à cause de l'abaissement de la température du sol.

Rappelons qu'une oothèque du criquet pèlerin grégaire a pratiquement la même dimension qu'une oothèque de solitaire. Seule la taille des œufs et leur nombre dans l'oothèque les différencient.

Une oothèque de solitaire peut contenir 110 à 140 œufs contre seulement 40 à 85 œufs chez les grégaires. Les oothèques des transiens ont un aspect et un nombre d'œufs intermédiaires, (Popov et *al.*, 1990).

Chara (1995), note le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*) se développe en 5 stades larvaires en phase grégaire et 6 en phase solitaire.

Pour déterminer le stade larvaire d'un individu de criquet trois critères sont couramment utilisés sur le terrain :

- Au cours du développement larvaire, les acridiens ne disposent pas d'ailes mais possèdent des ébauches alaires ou ptérothèques dont la croissance se fait graduellement d'un stade larvaire à un autre.
- A chaque stade de développement larvaire correspond une forme particulière de la plaque sous-génitale des mâles et une taille déterminée des valves génitales des femelles.
- Chez un grand nombre d'espèces de criquets, les yeux composés portent dans le sens longitudinal des stries qu'on appelle stries oculaires. Le nombre

de stries oculaires indique le nombre de mues que l'individu a subi au cours de son développement.

Pour le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*) en phase grégaire, les étapes de la vie de l'imago sont facilement reconnaissables grâce à la coloration et la consistance du tégument de l'individu ainsi que l'état des ailes et des valves.

Cependant, deux périodes regroupant chacune plusieurs étapes pouvant être distinguées chez cette espèce de criquet il s agit :

- De la période d'immaturité sexuelle à l'émergence, l'imago de couleur rose à un tégument mou ; à ce stade le criquet pèlerin grégaire est dit népiogone.
- De la période de maturité sexuelle c'est au cours de cette étape que se réalisent la vitellogenèse, la maturation des œufs et la ponte. Elle commence par un jaunissement du corps de l'insecte, à ce stade de maturation sexuelle, les criquets sont nommés éogénitiques.

(Duranton et Lecoq, 1990; Popov et *al.*, 1990), notent que l'une des caractéristiques importantes du criquet pèlerin est la possibilité d'un arrêt facultatif de développement ovarien pouvant durer jusqu'à 6 à 7 mois (quiescence provoquée par de basses températures et/ou un déficit hydrique). C'est une espèce à 2 ou 3 générations par an, exceptionnellement 4.

La ponte a lieu à n'importe quel moment du jour ou de la nuit dans des sols qui peuvent être assez variés, depuis le sable assez grossier jusqu'aux argiles limoneuses. Le sol doit être humide, au moins sous la surface (à partir de – 5 cm).

Sauf cas particulier, l'humidité édaphique nécessaire à la ponte maintient des conditions acceptables pour toute la durée du développement larvaire. La ponte dure entre une heure et demie et deux heures.

L'oothèque est de structure simple, elle est composée d'une grappe ovigère surmontée d'un bouchon spumeux blanc et sans paroi latérale consolidée.

(Popov et *al.*, 1991), indiquent que les larves ont une couleur très différente selon la phase à laquelle elles appartiennent.

Généralement, les solitaires sont plus ou moins monochromes, vertes, pouvant devenir brunes. A la livrée uniforme des solitaires s'opposent des couleurs vives et contrastées jaune et noir des grégaires avec une maculature très prononcée. Les larves *transiens* ont des colorations intermédiaires, très variables, entre les deux extrêmes.

Avec l'âge, la pigmentation des larves grégaires évolue. Le premier stade L1 est presque entièrement noir avec quelques petites taches jaunâtres. Dès le L2, la teinte jaune devient de plus en plus nette sur la tête, le pronotum et les fémurs postérieurs.

Chez la L3, la couleur jaune est dominante avec une maculature noire qui se surajoute sur l'ensemble du corps. La teinte de fond des larves L4 et L5 est jaune citron avec des taches noires sur la tête, le thorax, l'abdomen et les fémurs postérieurs (Stcherbinovsky, 1952) in (Latchininsky et Launois-Luong., 1997). Les différences phasaires de pigmentation se retrouvent également dans les exuvies, après les mues.

Notons qu'une étude très complète de la pigmentation larvaire du criquet pèlerin en fonction de la phase est effectuée par (Stower, 1959) in (Latchininsky et Launois-Luong, 1997), indique que les larves solitaires se distinguent des larves grégaires par une carène médiane du pronotum mieux développée.

2.4. - Effet de l'alimentation sur le développement et le comportement de *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775)

Le biovolume est un aspect particulier du tapis végétal à considérer pour les espèces grégariaptés, en tant que facteur de densation ou de dilution des effectifs.

Un acridien ne s'alimente presque pas pendant la journée qui suit la mue. La consommation augmente ensuite régulièrement pour atteindre un maximum à l'interstade, puis décroît et s'annule le jour précédent la mue suivante. Ce phénomène se répète à chaque stade larvaire. Chez le très jeune ailé, la quantité ingérée est importante pendant la période de durcissement de la cuticule, et de développement des muscles du vol, des

gonades et du corps gras ; elle diminue ensuite avec l'âge. Le début de la vitellogenèse chez la femelle ailée coïncide avec un accroissement important de prise de nourriture. A chaque ponte, les quantités absorbées baissent sensiblement ; elles augmentent aux inter-pontes. Les reproductrices âgées s'alimentent de moins en moins, et meurent après un jeûne de 24 à 48 heures.

2.4.1. - Influence de la nourriture

Francour (2005), note que le régime alimentaire peut changer avec l'âge ou le stade de développement.

Grison (1956, 1958) in (Obaid Omer, 2006), a indiqué que la condition physiologique de la plante hôte peut affecter la capacité reproductrice de l'insecte, donc réduire sa fécondité avec le vieillissement de la plante hôte.

La quantité et la qualité de l'alimentation influencent les caractéristiques de croissance des populations d'acridiens : la natalité, la mortalité et, à la limite, la dispersion, en sont affectées.

La nutrition fournit à un organisme les composés chimiques nécessaires pour sa croissance, son développement, sa reproduction, sa défense, ses déplacements et sa survie, (Slansky et Rodriguez, 1987) in (Meriç, 2005).

Papillon-Tchelebi (1962), précise que le régime alimentaire des populations affecte surtout les caractères physiologiques des parents. Il peut intervenir sur ces derniers en réduisant la fertilité, et donc, le nombre futur des effectifs ; mais il ne retient que peu sur la qualité physiologique des descendants.

Les effets immédiats sont :

- La durée de vie larvaire et le nombre des stades.
- le Poids des imagos
- la maturation sexuelle.
- la fécondité (nombre des oothèques et nombre d'œufs par oothèque).

La fertilité minimale est atteinte par l'interaction du groupement et certains régimes alimentaires.

Chara (1995), note qu'une nourriture de qualité augmente également la vitesse de développement des individus.

De plus le type des plantes et la nourriture influencent, la fécondité, et la fertilité des adultes du criquet pèlerin (Tauber et *al.*, 1954 ; Abdel Rahman 1999 et Abdalla 2004) in (Mahmoud Ibrahim, 2006).

(Tokgaïev et Yagdyev, 1965) in (Latchininsky et Launois-Luong, 1997), indiquent que le régime alimentaire affecte la coloration des larves solitaires : nourries de Cucurbitacées ou de *Solanum nigrum*, les larves sont vertes ; avec *Heliotropium sp.*, elles sont vert clair et avec *Cynodon dactylon*, elles sont jaune paille mais le niveau de turgescence de ces différentes espèces végétales n'est pas précisé.

La valeur nutritive des plantes influe, elle aussi, sur la vitesse du développement des larves nourries de luzerne, les larves se développent en 37 jours contre 28 à 30 jours si du cotonnier ou du mil leur sont fournis. Un autre facteur influant sur la maturation sexuelle est l'alimentation car des imagos élevés à 35 - 40°C sont restés roses et immatures s'ils sont insuffisamment nourris, (Telenga, 1930) in (Latchininsky et Launois-Luong, 1997).

Les descriptions des sites où les femelles ont pondu indiquent qu'il y a un choix effectif des reproductrices en fonction des conditions environnementales qui déterminent l'emplacement du site de ponte. Deux principales caractéristiques sont retenues : le type du sol et l'aspect du tapis végétal, (Latchininsky et Launois-Luong, 1997).

Predtetchensky (1935a) in (Latchininsky et Launois-Luong, 1997), note que les champs d'épandage dans les oasis étaient les sites de ponte préférés du Criquet pèlerin en Asie centrale. Les pontes étaient relevées dans les cultures de coton, de blé, d'orge, de melon, de pastèque, de sorgho, de mâche, de luzerne et de sésame. Souvent, la densité des oothèques est maximale là où poussent aussi des adventices, celles-ci sont presque toutes consommables par les larves qui vont éclore dans les champs. (Proutensky in Predtetchensky, 1935a) in (Latchininsky et Launois-Luong, 1997).

Quand les sites de ponte ne sont pas repérés lors des regroupements des reproductrices, ils peuvent être ensuite localisés lorsque les larves éclosent.

2.4.2. - Variations du régime alimentaire

Doumandji-Mitiche (1995), note que certains criquets ont un régime alimentaire varié, ils sont polyphages. D'autres sont au contraire très spécialisés, ils sont qualifiés d'oligophages.

Chara (1995), note que le criquet pèlerin est très polyphage, c'est-à-dire qu'il consomme une gamme très diversifiée d'espèces végétales, mais développe toutefois des préférences alimentaires pour certaines d'entre elles. En plus de leur utilisation comme source alimentaire, les plantes arbustives sont utilisées comme perchoir par l'insecte.

C.I.R.A.D. (2004), note que les insectes phytophages n'ont pas tous le même type de relation avec leurs plantes hôtes. Certains insectes sont polyphages, d'autres oligophages ou monophages.

Zafack (2004), note que le criquet pèlerin est un insecte polyphage qui n'épargne aucune espèce végétale. Il s'attaque au pâturage, ce qui est lourd de conséquence pour l'élevage et l'exposition des sols à l'érosion sous toutes ses formes.

Il s'attaque sévèrement aux arbres fruitiers, aux cultures vivrières en général, il est en un mot vorace car on a vu cette locuste affamée consommer la laine du mouton, ou faire des prélèvements sur la tenue de rechange qu'un prospecteur a accroché sur un arbre.

La variation du régime alimentaire du criquet pèlerin sur le terrain est influencée par son comportement, particulièrement par la sélection de l'habitat et la vitesse de la marche, (Kennedy, 1939; Ellis & Ashall, 1957; Roffey et Stower, 1983) in (Obaid Omer, 2006).

Classiquement, on retient trois degrés de spécialisation (Cates, 1980) in Le Gall et Gillon (1989): l'oligophagie, la monophagie et la polyphagie.

2.4.2.1 - Oligophagie

Francour (2005), note que l'oligophagie signifie vie aux dépens de quelques espèces proches.

Le Gall (1989), note que les espèces oligophages sont celles dont le spectre trophique est limité à un genre ou une famille végétale donnée. Il y a correspondance entre les critères de sélection de la plante hôte par l'insecte et la taxonomie végétale.

C.I.R.A.D. (2004a), indique que l'oligophagie représente la relation qui existe entre les plantes d'une même famille et certains insectes. De plus, les insectes qui s'alimentent de plantes de groupes complètement différents au cours des stades successifs de leur vie sont aussi oligophages.

L'oligophagie et la monophagie seraient apparues suite au développement graduel de mutations restrictives et d'adaptations étroites des insectes avec leurs plantes hôtes.

2.4.2.2. – Monophagie

Cates, (1980) in Le Gall et Gillon (1989) note que la monophagie c'est la consommation d'une ou plusieurs espèces d'un même genre.

2.4.2.3. - Polyphagie

Le Gall (1989), note que la définition classique du polyphage est un animal dont le régime comprend différentes espèces de plusieurs familles végétales.

Beaucoup d'espèces acridiennes polyphages consommant de nombreuses espèces végétales de familles différentes.

Dans des milieux plus humides, plus chauds, aux formations végétales plus rases ; ils ont un régime alimentaire moins strict, plus polyphage.

C.I.R.A.D. (2004a), note que la polyphagie chez les insectes se définit comme étant la capacité des insectes à s'alimenter sur une grande variété d'ordres de plantes et parfois même de plusieurs classes. La polyphagie semble avoir été le type le plus primitif de relation trophique des insectes avec leurs plantes hôtes.

CHAPITRE III – MATERIEL ET METHODES

3.1. - Présentation des sites d'étude

Le choix des trois sites d'étude est motivé par les signalisations de présence des essaims de criquet pèlerin dans ces sites. Il s'agit de Tolga, Chetma et Z'ribet El Oued.

3.1.1. – Tolga

3.1.1.1. - Présentation du site

Le site de Tolga (Fig. 18), situé dans le nord ouest de la wilaya de Biskra est distant de 36 km du chef lieu. Elle est limitée au nord par les communes de Bitam et M'doukel (wilaya de Batna), au nord ouest des communes de Zarzour et Ouled Slimane (wilaya de M'sila), à l'ouest les communes de Chaiba et El Ghrouss, au sud ouest les communes de Foughala, Bordj Ben Azzouz, au Sud par la commune de Lioua ; au sud et il y a les communes de Lichana et Bouchagroune, et au sud elle est limitée par la commune d'El Loutaya. Tolga est connue par sa vocation phoenicicole.



Originale

Figure 18 - Site de Tolga

3.1.1.2. - Caractéristiques édaphiques

D.P.A.T. (2003), note que le sol du site de Tolga est caractérisé comme suit :

- Géomorphologie : Surface plane
- Aspect de la surface : Croûtes salines
- Classe : Sols Halomorphes
- Sous-classe : Sols à structure non dégradée
- Groupe : Sols salins
- S/Groupe : A encroûtement calcaire

3.1.1.3. - Caractéristiques floristiques

Les espèces les plus caractéristiques rencontrées au niveau du site de Tolga forment une liste de 13 espèces appartenant à 7 familles.

La détermination des espèces collectées est réalisée par Mr Sana ingénieur d'état à la station régionale de la protection des végétaux – Biskra), (Tableau 7).

Tableau 7 - Espèces végétales collectées et notées dans le site de Tolga.

Familles	Espèces
Arecacées	<i>Phoenix dactylifera</i>
Poacées	<i>Avena sterilis</i>
	<i>Cynodon dactylon</i>
	<i>Hordeum murinum</i>
	<i>Lolium multiflorum</i>
	<i>Phalaris paradoxa</i>
Composées	<i>Calendula arvensis</i>
	<i>Sonchus arvensis</i>
Chenopodiacées	<i>Atriplex halimus</i>
Crucifères	<i>Moricandia arvensis</i>
Convolvulacées	<i>Convolvulus arvensis</i>
Boraginacées	<i>Erodium triangulare</i>

Le nombre d'espèces floristiques représentées dans le tableau sus dessus montre la présence de 12 espèces végétales regroupées en 7 familles ce qui indique une richesse floristique dans le site de Tolga.

3.1.1.4. - Caractéristiques orthoptérologiques

Les espèces d'orthoptères récoltés au niveau de la station de Tolga sont indiquées dans le tableau 8.

Tableau 8 - Espèces orthoptérologiques du site de Tolga.

Sous – ordre	Famille	Espèces
Caeliferes	Acrididae	<i>Ailopus thalassinus</i> (Fabricius, 1775)
		<i>Anacridium aegyptium</i> (Linné, 1764)
		<i>Calliptamus barbarus</i> (Costa, 1836)
		<i>Calliptamus wattenwylanus</i> (Pantel, 1896)
		<i>Euryparyphes quadridentatus</i> (Brisout De Barneville, 1852)
		<i>Orchilidia gracilis</i> (Krauss, 1902)
		<i>Omocestus lucasi</i> (Brisout, 1851)
		<i>Truxalis nasuta</i> (Linné, 1758)
		<i>Schistocerca gregaria</i> (Forskal, 1775)
		<i>Sphingonotus vosseleri</i> (Krauss, 1902)
		<i>Sphingonotus rubescens</i> (Walker, 1870)
		<i>Sphingonotus sp.</i> (Fieber, 1852)
	Pyrgomorphidae	<i>Pyrgomorpha cognata</i> (Uvarov, 1943)

Le tableau ci-dessus illustre la présence de 13 espèces orthoptérologiques appartenant à 2 familles se trouvant dans le site de Tolga qui présente des accumulations très importantes des eaux des pluies et une végétation abondante et variée.

3.1.2. – Chetma

C'est une oasis d'amont et de piémont, où l'irrigation de la palmeraie est assurée par des sources artésiennes, complétées par des forages, (Cote, 1978) in (Hannachi et Bakkari, 1994).

3.1.2.1. - Présentation du site de chetma

Entrelacée par Sidi Okba au sud, El-Baranis au Nord, M'chounech à l'Est et Biskra à l'Ouest, Chetma n'est distante que de 8 km du chef-lieu de wilaya. Chetma possède un patrimoine phœnicicole important. Connue depuis toujours pour être une station joignant le Tell au Sahara, Chetma dont le nom est composé de deux mots Chott et El-Ma qui signifient plan d'eau, (Fig. 19).



Originale

Figure 19 - Site de Chetma

3.1.2.2. - Caractéristiques édaphiques

D.P.A.T. (2003), note que le sol du site de Chetma est caractérisé comme suit :

Géomorphologie : Surface plane à pente très faible

Aspect de la surface : Parfois caillouteux en surface

Classe : Sols peu évolués

Groupe : D'apport colluvial-alluvial

S/Groupe : Halomorphes

3.1.2.3- Caractéristiques floristiques

Les espèces végétales collectées du site de Chetma sont représentées dans le tableau 9.

Tableau 9 - Espèces végétales collectées et notées dans le site de Chetma

Familles	Espèces
Poacées	<i>Cynodon dactylon</i>
	<i>Hordeum murinum</i>
	<i>Imperata cylindrica</i>
Composées	<i>Calendula arvensis</i>
	<i>Sonchus arvensis</i>
Crucifères	<i>Moricandia arvensis</i>
Areacées	<i>Phoenix dactylifera</i>

Le tableau ci-dessus illustre la présence de 7 espèces végétales réparties en 4 familles dans le site de Chetma ce qui montre l'importance de l'effet oasien.

3.1.2.4. - Caractéristiques orthoptérologiques

Dans le tableau 10 sont indiquées les espèces orthoptérologiques capturées dans le site de Chetma sont déterminées par Mr Doumandji.

Tableau 10 - Espèces orthoptérologiques du site de Chetma

Sous – ordre	Familles	Espèces
Caelifera	Acrididae	<i>Ailopus thalassinus</i> (Fabricius, 1775)
		<i>Acrotylus patruelis</i> (Herrich-Schafer, 1838)
		<i>Anacridium aegyptium</i> (Linné, 1764)
		<i>Calliptamus barbarus</i> (Costa, 1836)
		<i>Calliptamus wattenwylanus</i> (Pantel, 1896)
		<i>Euryparyphes quadudentatus</i>
		<i>Heteruus harterti</i> (Bolivar, 1913)
		<i>Orchridia gracilis</i> (Krauss, 1902)
		<i>Omocestus lucasi</i> (Brisout de Barneville, 1850)
		<i>Truxalis nasuta</i> (Linné, 1758)
		<i>Schistocerca gregaria</i> (Forskal, 1775)
		<i>Sphingonotus vosseleri</i> (Krauss, 1902)
		<i>Sphingonotus rubescens</i> (Walker, 1870)
		<i>Sphingonotus sp</i>
Ensifères	Tettigoniidae	<i>Decticus albifrons</i> (Fabricius, 1775)

Les espèces collectées du site de Chetma sont en nombre de 16 espèces, montrant une importance quantitative des espèces orthoptérologiques, dans ce site qui présente une importante gamme floristique, ainsi qu'un important microclimat favorable créé par l'oasis.

3.1.3. - Z'ribet El Oued

3.1.3.1 - Présentation du site

Le site de Z'ribet El Oued (Fig. 20), se situe dans la région Est à 80 Km de la wilaya de Biskra (Zab el chergui), elle fait le lien entre plusieurs wilayate à savoir Khenchela, Tebessa, El Oued et Batna.

La région de Z'ribet El Oued est caractérisée par les cultures industrielles qui sont pratiquées dans la région de façon traditionnelle. Les cultures qui conviennent au sol et au

climat de la région sont les suivants : Tabac, henné, arachide, tournesol, le coton et la betterave.



Originale

Figure 20 - Site de Z'ribet El Oued

3.1.3.2. - Caractéristiques édaphiques :

D.P.A.T. (2003), indique les caractéristiques du sol de Z'ribet El Oued sont les suivantes :

Géomorphologie : Surface plane a légèrement bombée

Aspect de la surface : Croûte de battance

Classe : Sols halomorphes

Sous-classe : A structure non dégradée

Groupe : Sols salins

S/Groupe : A horizon superficiel friable

Les sols de ce sous groupe correspondent à des surfaces sensiblement planes et à couvert végétal steppique, moins dense.

3.1.3.3. - Caractéristiques floristiques

Les espèces floristiques collectées du site de Z'ribet El Oued sont classées dans le tableau 11.

Tableau 11 - Les espèces floristiques collectées dans le site de Z'ribet el oued

Familles	Espèces
Poacées (Graminées)	<i>Hordeum murinum</i>
	<i>Phalaris brachystachys</i>
	<i>Phalaris paradoxa</i>
Composées (Astéracées)	<i>Calendula arvensis</i>
	<i>Carduus pycnocephalus</i>
	<i>Sonchus arvensis</i>
Chénopodiacées (Salsolacées)	<i>Atriplex halimus</i>
	<i>Chenopodium polyspermum</i>
	<i>Hamada scoparia</i>
	<i>Salsola fetida</i>
	<i>Suaeda fruticosa</i>
Palmacées (Arécacées)	<i>Phoenix dactylifera</i>

Dans le tableau ci-dessus nous notons la présence de 12 espèces végétales réparties en 4 familles.

3.1.3.4 - Caractéristiques orthoptérologiques

Les espèces d'orthoptères échantillonnées dans le site de Z'ribet El Oued sont portées dans le tableau 12.

Tableau 12 - Espèces orthoptérologiques du site de Z'ribet El Oued

Sous – ordre	Famille	Espèces
Caelifera	Acrididae	<i>Ailopus thalassinus</i> (Fabricius, 1775)
		<i>Anacridium aegyptium</i> (Linné, 1764)
		<i>Calliptamus barbarus</i> (Costa, 1836)
		<i>Euryparyphes quadridentatus</i>
		<i>Heteracris sp</i>
		<i>Ochrilidia gracilis</i> (Krauss, 1902)
		<i>Omocestus lucasi</i>
		<i>Truxalis nasuta</i> (Linné, 1758)
		<i>Schistocerca gregaria</i> (Forsk., 1775)
		<i>Sphingonotus vosseleri</i> (Krauss, 1902)
		<i>Sphingonotus rubescens</i> (Walker, 1870)
	Pyrgomorphidae	<i>Pyrgomorpha cognata</i> (Uvarov, 1943)

Les 12 espèces réparties en deux familles du site de Z'ribet El Oued indiquent une diversité orthoptérologiques dûe essentiellement aux conditions écologiques de la région.

3.1.4 - Récapitulation de la zone de Biskra

Les espèces végétales et les espèces orthoptérologiques échantillonnées dans les trois sites sont représentées respectivement dans les tableaux 13 et 14.

Tableau 13 - Récapitulation des espèces végétales existantes dans région de Biskra

Familles	Espèces
Arecacées	<i>Phoenix dactylifera</i>
Poacées	<i>Avena sterilis</i>
	<i>Cynodon dactylon</i>
	<i>Hordeum murinum</i>
	<i>Lolium multiflorum</i>
	<i>Imperata cylindrica</i>
	<i>Phalaris paradoxa</i>
	<i>Phalaris brachystachys</i>
Composées	<i>Calendula arvensis</i>
	<i>Sonchus arvensis</i>
	<i>Carduus pycnocephalus</i>
Chenopodiacées	<i>Atriplex halimus</i>
	<i>Chenopodium polyspernum</i>
	<i>Hamada cimitiave</i>
	<i>Salsola foetida</i>
	<i>suaeda fructiosa</i>
Crucifères	<i>Moricandia arvensis</i>
convulvacées	<i>Convolvulus arvensis</i>
Boraginacées	<i>Erodium triangulare</i>
Papillonacées	<i>Melilotus indica</i>

Tableau 14 - Récapitulation des espèces orthoptérologiques existantes dans la région de Biskra

Sous – ordre	Famille	Espèces
Caelifera	Acrididae	<i>Ailopus thalassinus</i> (Fabricus, 1775)
		<i>Acrotylus patruelis</i> (Herrich-Schafer, 1838)
		<i>Anacridium aegyptium</i> (Linné, 1764)
		<i>Calliptamus barbarus</i> (Costa, 1836)
		<i>Calliptamus wattenwilianus</i> (Pantel, 1896)
		<i>Euryparyphes quadridentatus</i>
		<i>Heteracris sp</i>
		<i>Heteracris harterti</i> (Bilivard, 1913)
		<i>Ochrilidia gracilis</i> (Salfi, 1931)
		<i>Ochrilidia</i> (Stal, 1873)
		<i>Omocestus lucasi</i>
		<i>Truxalis nasuta</i> (Linne 1758)
		<i>Schistocerca gregaria</i> (Forskål, 1775)
		<i>Sphingonotus vosseleri</i>
		<i>Sphingonotus rubescens</i>
<i>Sphingonotus sp</i>		
	Pyrgomorphidae	<i>Pyrgomorpha cognata</i> (Kraus, 1877)
Ensifères	Tettigonidae	<i>Decticus albifrons</i> (Fabricius, 1775)

Conclusion sur les stations d'étude

Les sols des trois sites sont profonds à très profonds, présentent une texture dans son ensemble sablo-limoneuse à limono-sablo-argileuse qui a pour conséquence une faible structuration, et une capacité de rétention en eau moyenne.

Ces sols font la transition entre les sols halomorphes et les sols peu évolués, présentent un profil de type AC profond, avec l'apparition d'un caractère d'halomorphie en profondeur.

Ces sols présentent d'une part des propriétés favorables à leur utilisation (texture sablo-limoneuse à limono-sableuse) favorisant une bonne perméabilité et une bonne aération du sol, absence de niveau limitant et d'autre part des propriétés défavorables matérialisées par une concentration des sels en profondeur, qui peuvent nuire au développement surtout des espèces à enracinement profond, (D.P.A.T, 2003).

L'influence de la nature, de la texture du sol et de la structure du sol sur le criquet pèlerin intervient surtout sur la localisation des champs de pontes et le déroulement de l'incubation des œufs. La structure du tapis végétal joue un rôle non négligeable dans l'organisation spatiale des populations acridiennes. En plus, le criquet pèlerin est phytophage et s'abrite dans la végétation, (Popov et *al*, 1991).

La végétation en tant qu'abri joue un grand rôle pour les espèces douées d'un comportement de dissimulation. Le tapis végétal offre en outre des conditions de vie différentes du milieu ambiant, à micro-échelle. Les acridiens y trouvent généralement une température et une humidité relative différentes, des alternances de plages d'ombre et de soleil, un abri contre le vent ou la pluie, des supports pour la rosée que les acridiens peuvent boire à l'aube.

Le rôle de perchoir est plus ou moins important pour les espèces selon que celles-ci préfèrent être au sol (géophiles) ou dans la végétation (phytophiles), sur les plantes basses (herbicoles) ou dans les arbres (arboricoles). Dans tous les cas, les criquets se perchent pour effectuer toutes leurs mues, sauf la première à l'éclosion (mue intermédiaire) qui a lieu au sol. (C.I.R.A.D, 2004).

La région de Biskra est l'une des régions, les plus riches par son patrimoine agricole, les plantes recensées indiquent une richesse biologique importante.

La présence variée des espèces végétales, non seulement elles concurrencent les plantes utiles en matière de nourriture et de l'espace, mais elles peuvent être aussi une source trophique assez importante pour plusieurs insectes dont les orthoptères font partie est plus spécialement le pèlerin lors des invasions généralisées.

Le nombre total des espèces végétales recensées dans les trois sites est de 20 espèces appartenant à 7 familles botaniques, ont été identifiées par Mr Sana ingénieur l'institut national de la protection des végétaux de Biskra.

Les espèces orthoptérologiques des 3 sites d'étude, sont identifiées ont été identifiées par Mr Doumandji S.E professeur à l'INA El Harrach 15 espèces et 3 espèces par Mr Moussi maître assistant à l'université de Biskra.

3.2. – Etude des indices morphométriques de *Schistocerca gregaria* Forskal, 1775

3.2.1. - Matériel et méthode

3.2.1.1. - Matériel utilisé

3.2.1.1.1. - In situ

Le matériel utilisé au niveau du terrain durant la période d'expérimentation 2004 - 2005 à savoir :

- Des boîtes en plastique grand modèle où on introduit les adultes du criquet pèlerin.
- Des boîtes de Pétri ou on isole un seul adulte.
- Du scotch pour bien fermer les boîtes de Pétri.
- Des sachets de papier kraft pour introduire les espèces végétales se trouvant sur le site de capture des adultes du criquet pèlerin.

3.2.1.1.2. - Au laboratoire

Le matériel qui a servi pour les mesures au laboratoire est décrit comme suit : Fig. 21

- Du papier millimétré pour mesurer E et F
- Un pied à coulisse pour mesurer C et confirmé les mesures de E et F.



Figure 21 - Mesures morphométriques (Originale)

3.2.1.2. - Méthodes utilisées

L'analyse du polymorphisme morphométrique, caractérisé par les profils E/F et F/C permet de considérer la composition phasaire de population du criquet pèlerin.

Fuzeau-Braesch, 1991, note que la morphométrie est le moyen le plus direct et le plus aisé pour déterminer le statut phasaire d'un criquet. D'après les expériences, il ressort que la seule mensuration de 4 paramètres classiques en acridologie est pratique et suffisante, ce sont: le fémur (F), l'élytre (E), la capsule céphalique (C) et le pronotum (P).

Les éléments de la morphométrie décrit par (Dirsh, 1953), sont les plus utilisés pour les mesures du criquet désertique, à savoir longueur de l'élytre (E), longueur de fémur (F Postérieur) et largeur maximale de tête (C). Le ratio F/C est considéré généralement comme l'indicateur le plus diagnostique pour différencier entre solitariforme et le gregariforme synchronise, (Dirsh, 1951,1953) cité par (Bouaichi et Sympson, 2003).

Des analyses classiques, manuelles, permettent de montrer l'efficacité des rapports E/F; F/C, et P/C et des combinaisons entre eux ainsi que du dimorphisme sexuel, des analyses multivariées sur ordinateur sont réalisables : analyse en composantes principales - analyse factorielle des correspondances - analyse discriminante, permettant de situer la position phasaire, (Fuzeau-Braesch, 1991).

Pour exploiter les résultats des mensurations effectuées sur l'ensemble des individus capturés nous avons calculé les rapports E/F et F/C et pour déterminer le caractère phasaire des individus mesurés nous avons utilisé les méthodes suivantes :

3.2.1.2.1. - Tableau de référence de Dirsh (1953)

Les rapports morphométriques de référence données par Dirsh (1953) cité par Doumandji-Mitiche et *al.*, 1996, permet de classer la population des criquets capturés dans les sites d'étude (Tableau 15).

Tableau 15 – Tableau de référence de Dirsh (1953)

Indices	Solitaires		Transiens		Grégaires	
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
E/F	1,99 - 2,07	2,02 – 2,13	2,08 - 2,15	2,10 - 2,15	2,14 – 2,28	2,16 - 2,33
F/C	3,80 – 3,95	3,87 – 40,4	3,62 – 3,79	3,17 – 3,86	3,03 – 3,61	3,05 – 3,70

3.2.1.2.2. - Abaque de Duranton et *al* (1990)

L'abaque permet de donner un statut phasaire selon leur position sur l'abaque morphométrique. Nous avons développé un programme informatique de l'abaque morphométrique pour qu'il nous facilite la projection des individus, (annexe 2).

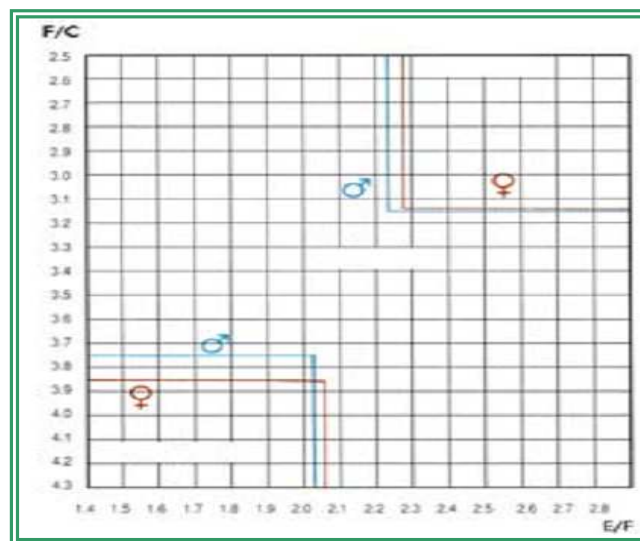


Figure 22 - Abaque morphométrique (modifiée d'après Rungs, 1954) in (Duranton et Lecoq, 1990)

3.2.1.2.3. - Analyse en Composantes Principales (A.C.P)

L'analyse en composantes principales est une technique linéaire optimisant un critère quadratique; elle ne tient donc pas compte d'éventuelles liaisons non linéaires et présente une forte sensibilité aux valeurs extrêmes, (Philippeau, 1992).

L'analyse en composantes principales (ACP) fait partie du groupe des méthodes descriptives multidimensionnelles appelées méthodes factorielles. L'ACP propose, à partir d'un tableau rectangulaire de données comportant les valeurs de p variables quantitatives pour n unités (appelées aussi individus), des représentations géométriques de ces unités et de ces variables.

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 voir s'il existe une structure, non connue a priori, sur cet ensemble d'unités. De façon analogue, les représentations des variables permettent d'étudier les structures de liaisons linéaires sur l'ensemble des variables considérées. Ainsi, on cherchera si l'on peut distinguer des groupes dans l'ensemble des unités en regardant quelles sont les unités qui se ressemblent, celles qui se distinguent des autres. Pour les variables, on cherchera quelles sont celles qui sont très corrélées entre elles, celles qui, au contraire ne sont pas corrélées aux autres.

L'ACP servira à mieux connaître les données sur lesquelles on travaille, à détecter éventuellement des valeurs suspectes, et aidera à formuler des hypothèses qu'il faudra étudier à l'aide de modèles et d'études statistiques, (Duby et Robin., 2006).

3.3. - Etude du régime alimentaire

L'étude du régime alimentaire de *S. gragaria*, capturés dans la nature pendant la période de l'invasion acridienne des années 2004 et 2005, est réalisée par la méthode d'analyse du contenu des fèces, qui se base sur la reconnaissance des fragments d'épidermes des plantes consommées. La détermination se fait par comparaison aux épidermes de référence, préparés à partir des végétaux prélevés des sites d'échantillonnage.

3.3.1. - Matériel utilisé

La collecte des adultes de *S. gregaria* sur le terrain a été engagée tôt le matin avant le vol des criquets et le traitement des essais durant toute la période de l'invasion des années 2004 et 2005.

3.3.1.1. - In situ

Le matériel qui a été utilisé sur terrain est le suivant :

- Des boîtes en matière plastique,
- Des boîtes de Pétri,
- Du scotch,
- Des étiquettes.

3.3.1.2.- Au laboratoire

Le matériel qui a servi pour la réalisation des différentes analyses est décrit comme sous- indiqué :

- Des verres de montre : nous avons utilisé quatre verres de montre, dans chacun d'eux il y a une solution qui servira dans les analyses des échantillons.
- Des pinces : elles sont essentielles à l'émiettement des fèces.
- Des lames et lamelles sont nécessaires pour le montage et l'observation microscopique des échantillons.
- Une plaque chauffante élimine les bulles d'air entre la lame et lamelle.
- Une loupe binoculaire pour l'observation macroscopique des échantillons
- Un microscope photonique pour l'observation microscopique des cellules végétales.

3.3.1.3.- Produits utilisés

Alcool, eau javel, eau distillée et liquide de Faure : chacun de ces produits a un effet spécifique.

- L'eau distillée ramollie et rince les échantillons.
- L'eau de javel décolore les cellules.
- L'alcool déshydrate les épidermes des cellules.
- Le liquide de Faure utilisé pour le montage des échantillons.

3.3.2 - Méthode utilisée

Gueguen (1976), note que la connaissance des régimes alimentaires est quelque fois obtenue par l'observation directe, soit dans la nature, soit dans les élevages. Il existe à côté de ces méthodes, des techniques précises qui consistent à déterminer les plantes dans les fientes : les insectes phytophages d'orthoptères (Williams, 1954 ; Chapman, 1957 ; Gangwere, 1961 ; Mulkern, Tockek et Brusven, 1964) ; Bernays et Chapman, 1970 ; Hummelen et Gillon, 1968 ; Launois, 1976) in (Gueguen, 1976) chez ces derniers, les critères de détermination des plantes des contenus stomacaux ou des fèces, les plus souvent employés reposent sur l'étude des contours des cellules épidermiques.

Butet (1987), note que le choix trophique sur les animaux captifs, utilisé principalement sur les petites espèces, permettent, en complémentarité avec d'autres techniques, de préciser les comportements ou les préférences alimentaires. Les techniques basées sur l'identification des débris végétaux, interceptés à divers niveaux du tube digestif ou à la sortie, ont largement été privilégiées.

3.3.2.1. - In situ

Chaque individu des adultes capturés est mis dans une boîte de Pétri bien fermée avec du scotch, sur laquelle sont indiqués le sexe, la date et le lieu de capture jusqu'à ce qu'il vide son contenu du tube digestif. Les fèces récupérés sont ainsi conservés dans des cornets en papier sur lesquels est mentionnés la date, le site et le sexe jusqu'au moment de leur montage entre lame et lamelle. Les plantes existantes au niveau du site d'échantillonnage des adultes du criquet pèlerin sont ramassées pour servir à la réalisation de l'épidermothèque de référence.

3.3.2-2. - Au laboratoire

Le travail de laboratoire présente deux principaux objectifs :

- La réalisation de l'épidermothèque de référence
- L'analyse des fèces des adultes de *Schistocerca gregaria* capturés.

3.3.2.2.1- Epidermothèque de référence

Les références peuvent être réalisées aussi bien à partir des végétaux frais que séchés ou fixés, et l'obtention des épidermes peut se faire selon deux techniques : soit par la séparation chimique qui consiste à plonger les fragments dans diverses solutions de macération (solution acide) facilitant le détachement des épidermes ; soit par séparation mécanique, dans ce cas les épidermes sont détachés des tissus sous jacents de la plante à l'aide de pinces fines ou par grattage des feuilles. Les épidermes sont ensuite traités et conservés entre lames et lamelles. Pour des raisons pratiques, il est plus facile de consulter un catalogue photographique, (Butet, 1987).

Dans le but de reconnaître les plantes contenues dans les fèces des criquets capturés, il est indispensable de réaliser un épidermothèque de référence, à partir de toutes les plantes existantes dans les lieux de capture des criquets.

Pour réaliser l'épidermothèque de référence nous avons procédé selon la méthode simplifiée par (Touati, 1991). Ramollissement du végétal dans de l'eau distillée pendant 24 heures quand ce dernier est à l'état sec. A l'aide d'une lame fine d'un bistouri, on gratte soigneusement les épidermes des différents organes (feuilles, tiges et fleurs) du végétal frais récoltés sur terrain. Ces épidermes récupérés sont mis à tremper dans de l'eau javellisée pendant quelques secondes pour les éclaircir. Après un rinçage dans de l'eau distillée ils vont subir trois bains d'alcool à concentrations progressives (75°, 90° et 100°), pour les déshydrater. Leur conservation s'effectue entre lame et lamelle dans une goutte de liquide de Faure après les avoir passé sur une plaque chauffante pour éliminer les bulles d'air, (Fig. 23).

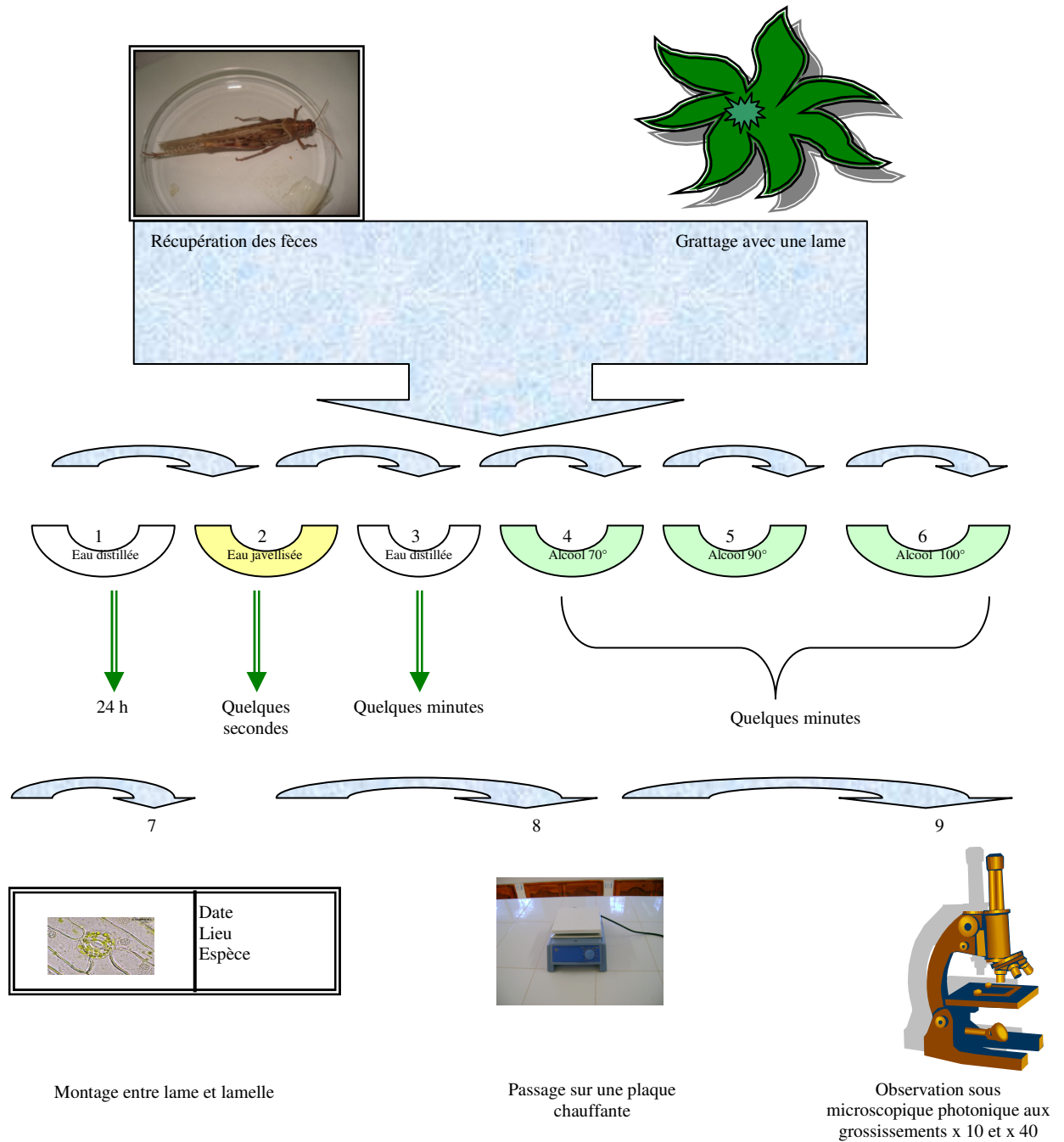


Figure 23 - Les étapes de la réalisation de l'épidermothèqueet l'analyse des fèces (Originale)

3.3.2.2.2. – Analyse des fèces

L'analyse microscopique des fèces (Butet, 1985, 1987), repose sur l'hypothèse que l'on retrouve dans les fecès des fragments de végétaux caractéristiques des espèces végétales consommées, que l'on peut identifier par comparaison à un catalogue de

références de ces structures microscopiques. Pour des raisons pratiques, il est plus facile de consulter un catalogue photographique, (Butet, 1987).

Chaque criquet est placé dans une boîte de Pétri pendant plusieurs heures et les fèces produites pendant ce laps de temps sont recueillies dans un cornet en papier (pour un seul criquet il peut y avoir plusieurs excréments). La composition des fèces est obtenue par comparaison avec les épidermes des espèces végétales prélevées dans les sites d'observation des criquets.

Afin de déterminer les fragments des plantes contenues dans les fèces qui ont été conservé dans les cornets en papier on procède selon le mode opératoire suivant :

- Ramollissement des fèces dans de l'eau distillée pendant 24 heures.
- Puis on procède de la même manière que pour les l'épidermothèque de référence.

Pour identifier les fragments des végétaux contenus dans les fèces il obligatoire de faire des observations sous microscope photonique.

Butet (1987), note que les divers constituants alimentaires sont identifiés à l'aide d'un catalogue de référence des structures épidermiques des différentes plantes présentes sur le domaine exploité. Les résultats sont exprimés en abondance relative de chaque catégorie alimentaire après dénombrement de leurs épidermes caractéristiques. En fonction de la spécificité des structures épidermiques rencontrées, l'identification des composantes du régime se fait au niveau des familles, des espèces végétales ou des organes végétaux, (Massemin et *al.*, 1996). Elles sont alors identifiées grâce à un ensemble de critères facilement observables au microscope selon les critères suivants :

- forme, taille des cellules,
- couleur et épaisseur des fragments (utiles dans le cas des graines),
- aspect des membranes cellulaires (épaisseur, morphologie),
- inclusions cellulaires),
- structure, densité et localisation des stomates, (Butet, 1987).

3.3.3. - Exploitation des résultats

3.3.2.1. - Fréquence des espèces végétales dans les fèces

L'étude du régime alimentaire de *Schistocerca gregaria* est basée essentiellement sur la détermination des espèces végétales contenues dans les fèces et en comparaison avec ceux de l'épidermothèque de référence.

3.3.2.1.1. - Principe

Le principe de cette méthode consiste à calculer le pourcentage des végétaux présents dans les fèces selon la formule proposée par (Butet, 1985) :

$$F \% \text{ épiderme } i = (n_i / N) \times 100$$

n_i : nombre de fois où les fragments du végétal i sont observés dans les fèces.

N : nombre total des échantillons observés.

Les plantes consommées sont déterminées, en microscopie photonique, d'après les restes d'épidermes végétaux contenus dans les fèces et en comparaison avec ceux de l'épiderme de référence.

Chapitre IV – RESULTATS

Ce chapitre comporte toutes les actions menées sur terrain de part la collectes des échantillons (criquet pèlerin et plantes) ainsi que le travail effectué au laboratoire qui consiste à faire des analyses afin d'étudier quelques aspects bioécologiques de *Schistocerca gregaria* en phase d'invasion généralisée. Les aspects traités dans ce troisième chapitre sont les mesures morphométriques (E, F, C), la réalisation de l'épidermothèque de référence et l'analyse de fèces. Toutes ces manipulations ont pour objectifs d'avoir des renseignements concernant l'état phasaire et le régime alimentaire de la population du criquet pèlerin durant toute la période de l'invasion acridienne 2004 – 2005.

4.1. - Indices morphométriques *S. gregaria*

4.1.1. - Analyse biométrique de *S. gregaria* collectés des trois sites de La région de Biskra pendant l'invasion 2004 – 2005

La caractérisation des différentes populations de *Schistocerca gregaria* collectées dans les trois différents sites, repose sur le calcul des rapports morphométriques E/F (Elytre sur fémur) et F/C (Fémur sur capsule céphalique) (Tableau 29 annexe). Les rapports de chaque site sont ensuite comparés avec le tableau de Dirsh (1953) cité par Doumandji-Mitiche et *al.*, 1996 (Tableau 15), et projeté sur l'abaque morphométrique de Rung (1954) modifié par Duranton et Lecoq (1990) (Fig. 22).

4.1.1.1. – Tolga

La moyenne des mesures morphométriques des rapports E/F et F/C des adultes du criquet pèlerin capturés dans la zone de Tolga sont portés dans le tableau 16.

Tableau 16 - Moyenne des rapports morphométriques dans le site de Tolga

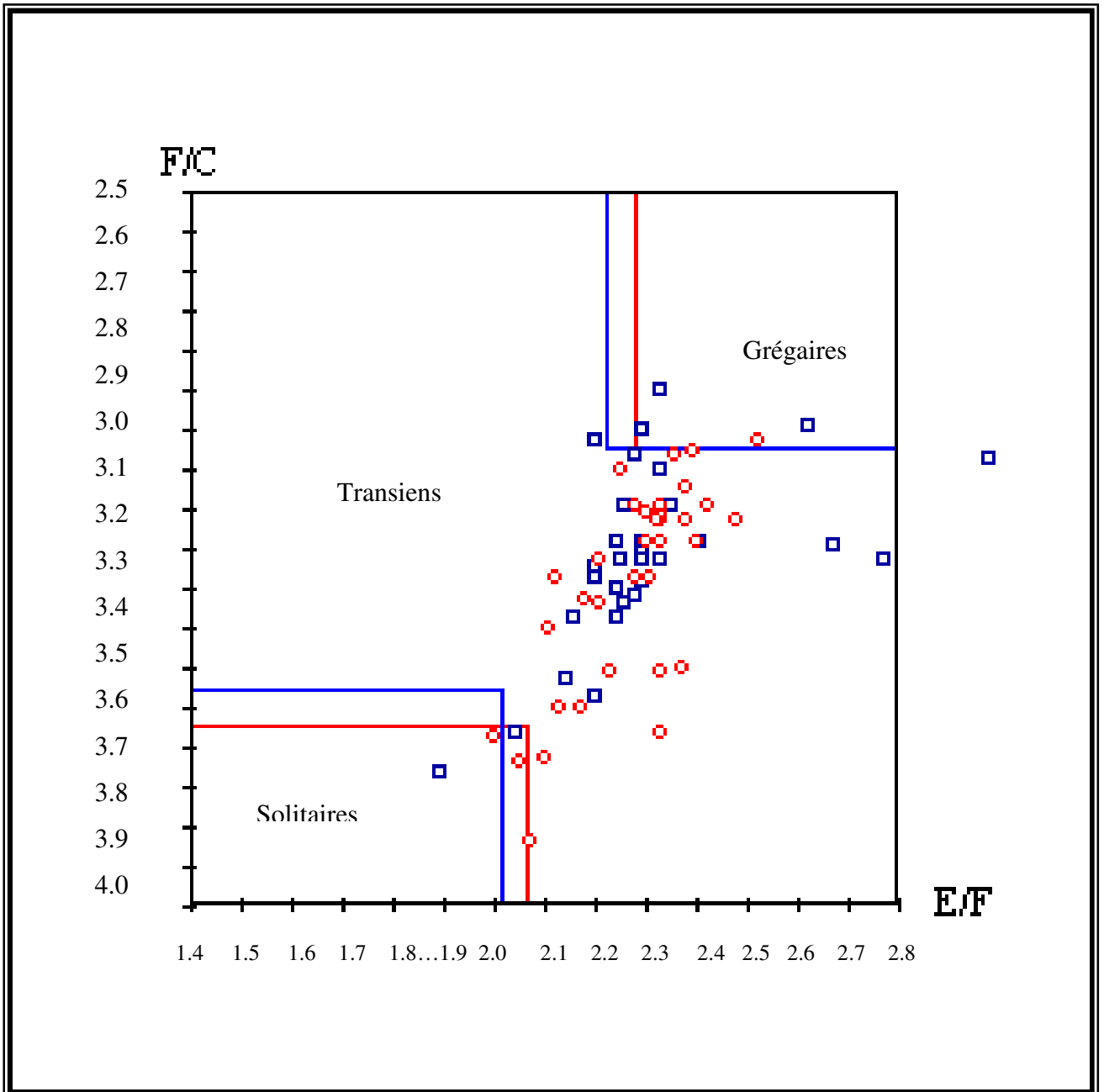
Site	Date	Sexes	Rapport		Statut phasaire
			E/F	F/C	
Tolga	06/05/2004	Mâles (34)	2,31±0,04	3,42 ± 0,05	Grégaire
		Femelles (34)	2,28±0,02	3,46 ± 0,08	

La comparaison de la moyenne des rapports morphométriques du site de Tolga (Tab. 16) avec ceux du tableau de Dirsh (1953), cité par Doumandji-Mitiche et *al.*, (1996) (Tab. 15), nous permet de constater que la valeur moyenne des rapports morphométriques des mâles ($E/F = 2,31 \pm 0,04$), se trouve dans l'intervalle des grégaires (2,14 – 2,28) (Tab.15), et la moyenne des rapports morphométriques des mâles ($F/C = 3,42 \pm 0,05$) (Tab. 15), se trouve dans l'intervalle des grégaires, (3,03 – 3,61) (Tab.15).

Concernant les femelles la comparaison de leur moyenne des rapports morphométriques ($E/F = 2,28$) (Tab.19), relève leur fluctuation dans l'intervalle des grégaires (2,26 – 2,33) (Tab. 15), et la moyenne des rapports ($F/C = 3,46$) (Tab. 15), se situe dans l'intervalle des grégaires (3,05 – 3,70) (Tab. 15), de ceux de Dirsh (1953) cité par Doumandji–Mitiche et *al.*, (1996) (Tab. 15).

Les résultats de la comparaison des rapports morphométriques indiquent que les individus du site de Tolga sont grégaires.

L'analyse biométrique du criquet pèlerin collecté du site de Tolga sur l'abaque morphométrique de Duranton et Lecoq (1990) (Fig. 22), révèle que ce sont probablement des transiens-congregans avec quelques individus grégaires et quelques individus solitaires, (Fig. 24).



□ mâles
○ femelles

Figure 24 - Abaque morphométrique des rapports E/F et F/C des mâles et des femelles de *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) du site de Tolga 6/V/ 2004

4.1.1.2. – Chetma

Les moyennes des rapports E/F et F/C des individus de *S. gregaria* capturés dans le site de chetma durant les deux périodes du 14/V/2004 et 30/VI/2004 sont représentés dans le tableau 17.

Tableau 17 - Moyenne des rapports morphométriques des criquets dans le site de Chetma

Site	Date	Sexes	Rapport		Statut phasaire
			E/F	F/C	
Chetma	14/V/2004	Mâles (25)	2,30±0,03	3,30±0,01	Grégaire
		Femelles (25)	2,31±0,01	3,35±0,02	
	30/VI/2004	Mâles (10)	2,29±0,01	3,19±0,01	Grégaire
		Femelles (8)	2,21±0,02	3,48±0,07	

La comparaison des rapports morphométriques des mâles ($E/F = 2,30 \pm 0,03$ – $F/C = 3,30 \pm 0,01$) du 14 /V/ 2004 et $E/F = 2,29 \pm 0,01$ – $F/C = 3,19 \pm 0,01$) du 30/VI/2004) (Tab. 17), et ceux des femelles ($E/F = 2,31$ et $F/C = 3,35$ du 14/V/2004) (Tab. 17), avec ceux de Dirsh (1953) cité par Doumandji–Mitiche et *al* (1996), nous pouvons classer la population de Chetma dans le statut des grégaires.

De même les résultats des individus capturés dans la zone de Chetma sont portés sur l'abaque morphométrique de Duranton et Lecoq (1990), montrent que les populations de Chetma pendant les deux période 14/V/2004 et 30/VI/2004 est hétérogène présentant deux aspects, transiens et grégaires. (Fig. 25a, 25b).

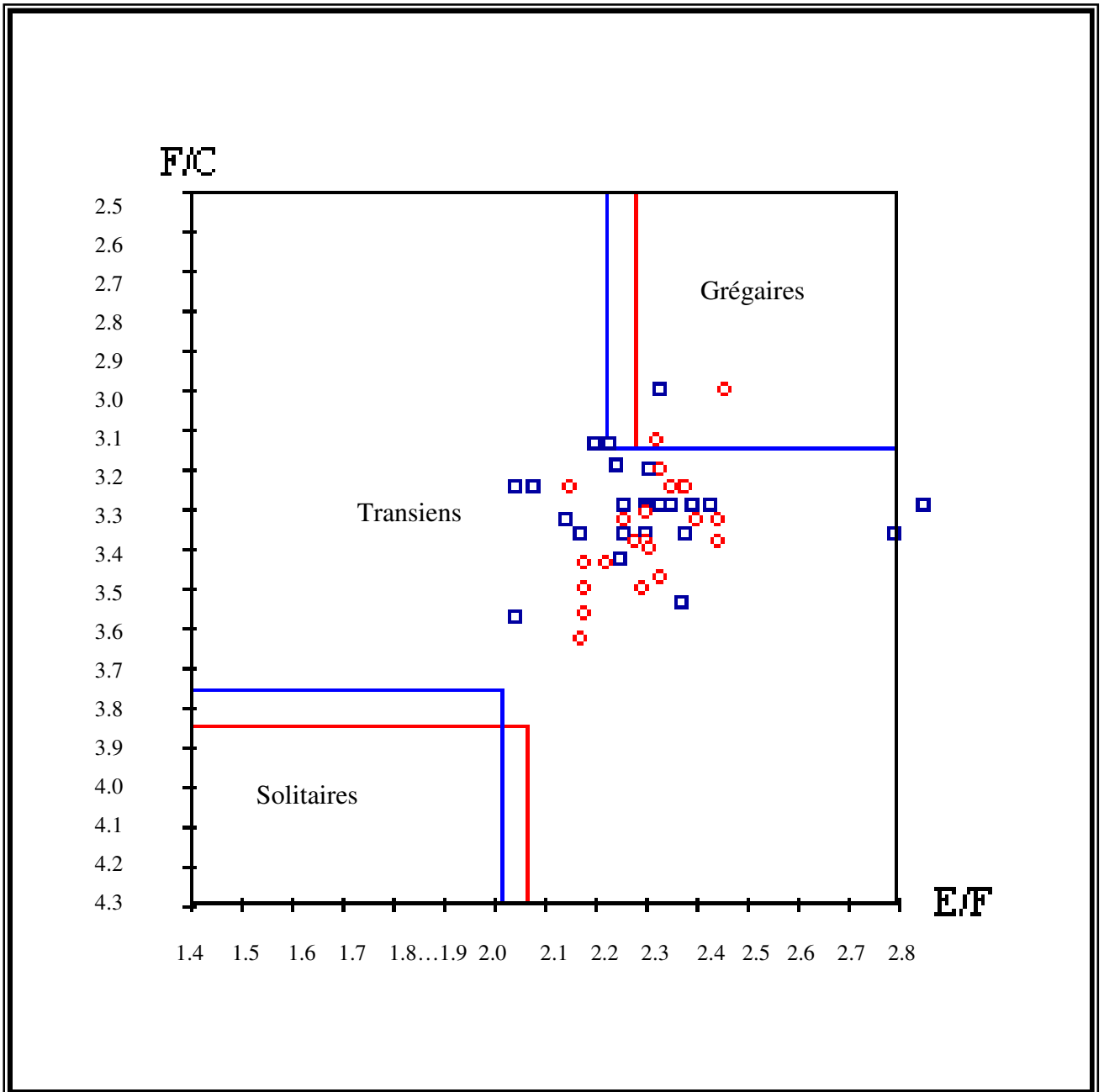


Figure 25a - Abaque morphométrique des rapports E/F et F/C des mâles et des femelles de *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) du site de Chetma 14/V/2004

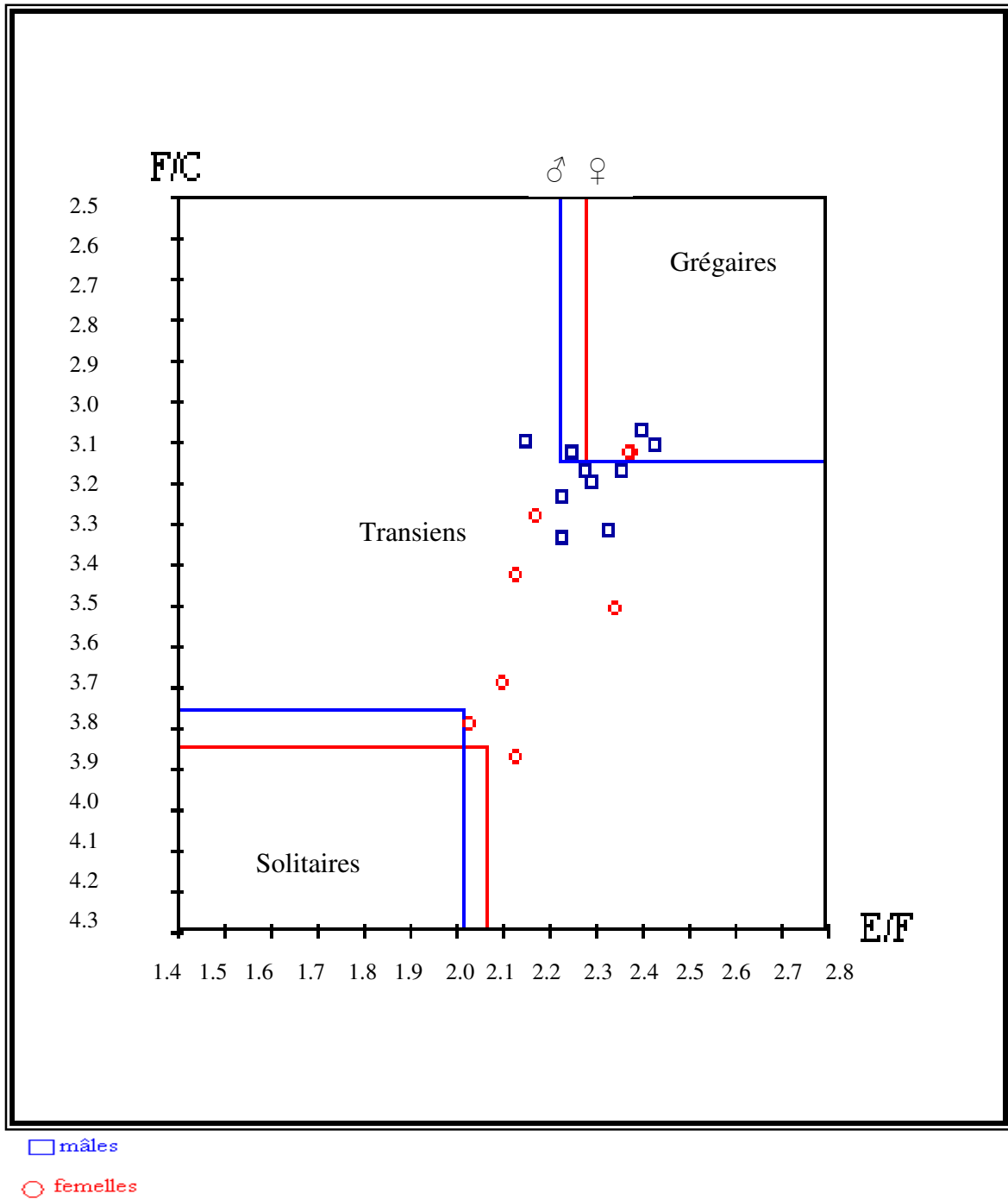


Figure 25b - Abaque morphométrique des rapports E/F et F/C des mâles et des femelles de *Schistocerca gregaria* (Forskal, 1775) du site de Chetma 30/VI/ 2004

4.1.1.3. - Z'ribet El Oued

La moyenne des mesures morphométriques des rapports E/F et F/C des adultes du criquet pèlerin capturés dans le site de Z'ribet El Oued sont portés dans le tableau 18.

Tableau 18 - Moyenne des rapports morphométriques de *Schistocerca gregaria* dans le site de Z'ribet el oued

Site	Dates	Sexes	Rapport		Statut phasaire
			E/F	F/C	
Z'ribet El Oued	24/II/2005	Mâle (43)	2,29±0,01	3,28±0,01	Grégaire
		Femelles (43)	2,31±0,00	3,28±0,01	
	27/II/2005	Mâles (12)	2,28±0,01	3,30±0,02	Grégaire
		Femelles (27)	2,31±0,01	3,35±0,02	
	17/V/2005	Mâles (36)	2,24±0,01	3,48±0,02	Grégaire
		Femelles (41)	2,29± 0,01	3,47±0,02	
21/V/2005	Mâles (21)	2,30± 0,01	3,43±0,02	Grégaire	

D'après la comparaison des rapports morphométriques des mâles (E/F = 2,29 – F/C = 3,28 du 24/II/2005, E/F = 2,28 – F/C = 3,30 du 27/II/ 2005, E/F = 2,24 – F/C = 3,48 du 17/V/2005 et E/F = 2,30 – F/C = 3,43 du 21/V/2005) (Tab.18) et ceux des femelles (E/F = 2,31 – F/C = 3,28 du 24/II/2005, E/F = 2,31 – F/C = 3,35 du 27/II/2005 et E/F = 2,29 – F/C = 3,47 du 17/V/2005) (Tab. 18) avec ceux de Dirsh (1953) cité par Doumandji–Mitiche et al (1996) (Tab. 15), nous constatons que la population des mâles ainsi que la population des femelles appartiennent au statut phasaire des grégaires.

La projection des rapports morphométriques (E/F et F/C), des individus mâles et femelles capturés dans le site de Z'ribet El Oued sur l'abaque morphométrique de Duranton et Lecoq (1990), montre que cette population de *Schistocerca gregaria* du 24/II/2004 est hétérogène présentant ainsi deux formes phasaires : 84 individus transiens – congrégans et 2 individus grégaires (Fig. 26a); de même la population du 27/II/2005 est aussi hétérogène présentant aussi deux phases qui sont : 33 individus transiens-congrégans et 7 individus grégaires (Fig. 26b); alors que celle du 17/V/2005 est une population hétérogène composée par des individus réparti sur deux phases, transiens-degregans, et grégaires (Fig. 26c).

Enfin la population du 21/V/2005 composée uniquement par des mâles sont en majorité transiens ou transiens–congregans (Fig. 26d).

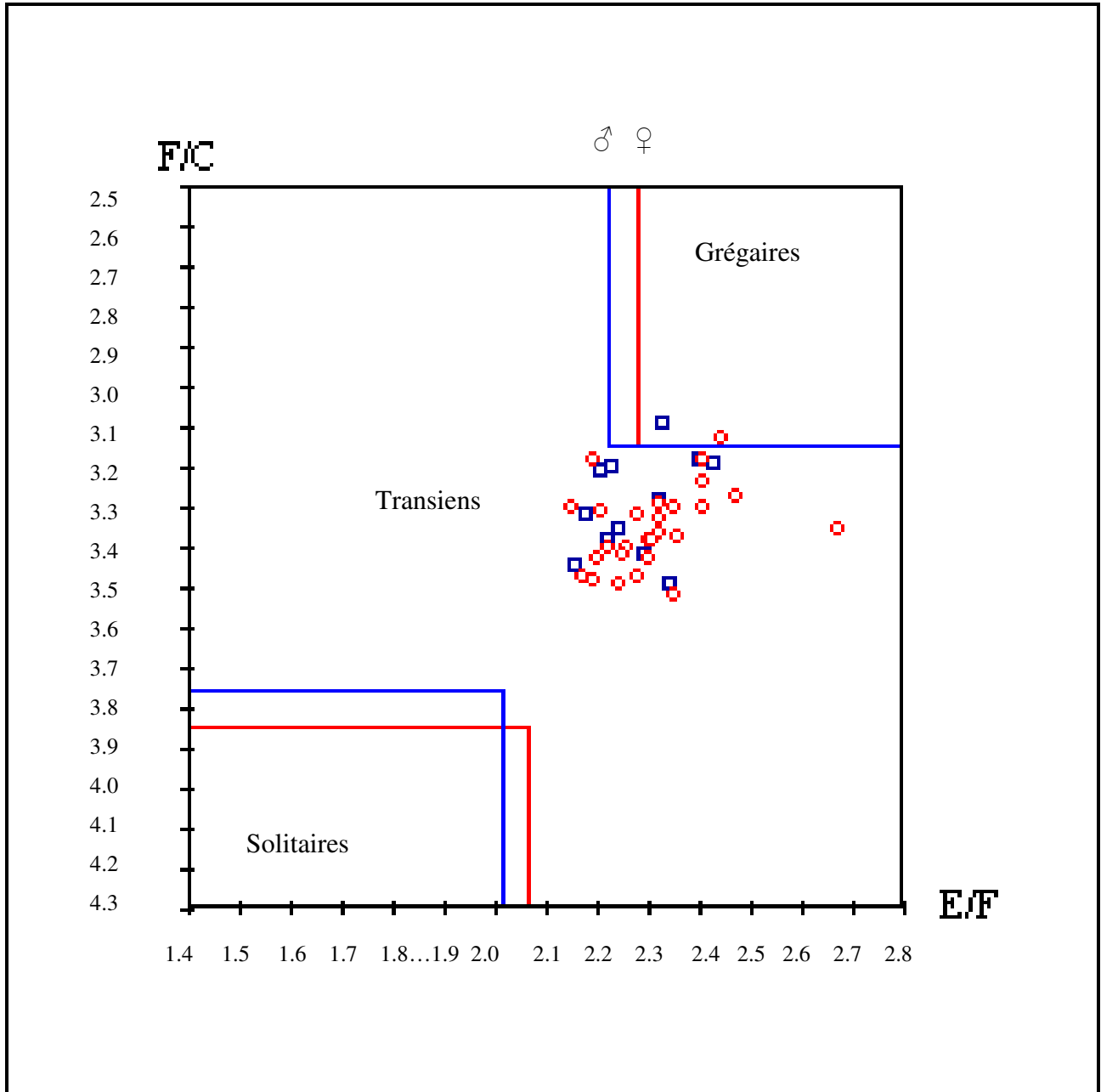


Figure 26a - Abaque morphométrique des rapports E/F et F/C des mâles et des femelles de *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775), du site de Z'ribet El Oued 24/II/2005

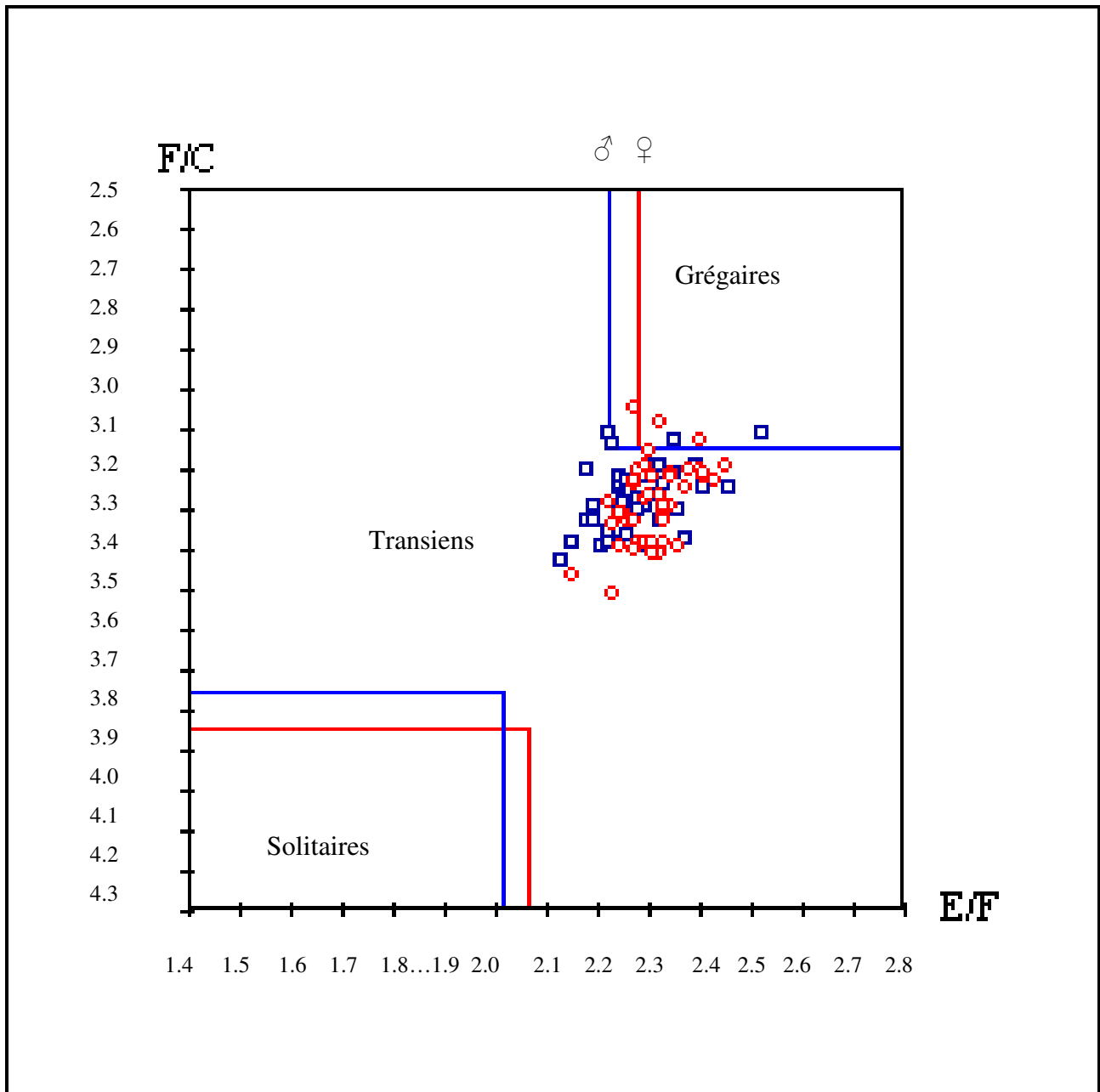
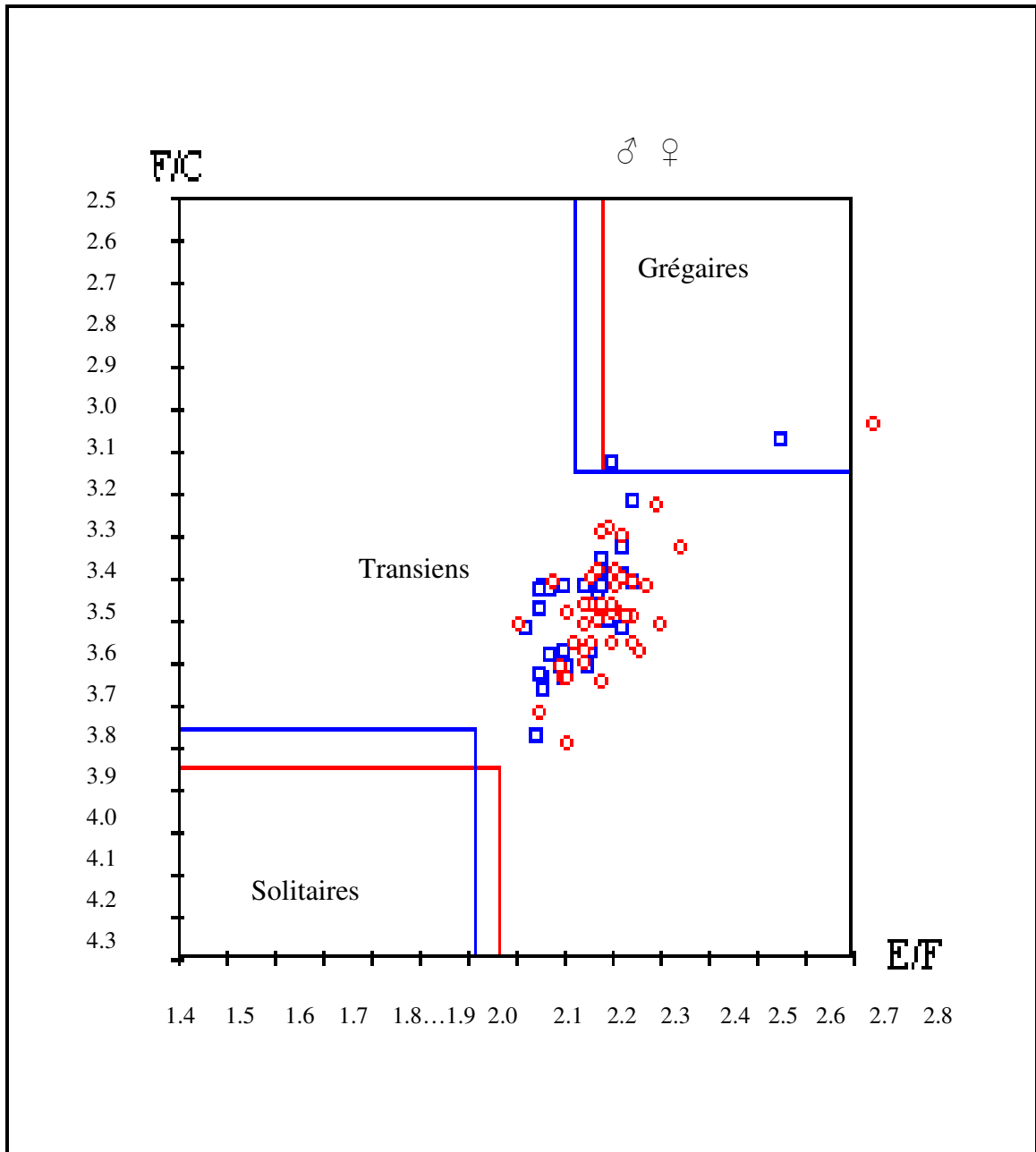
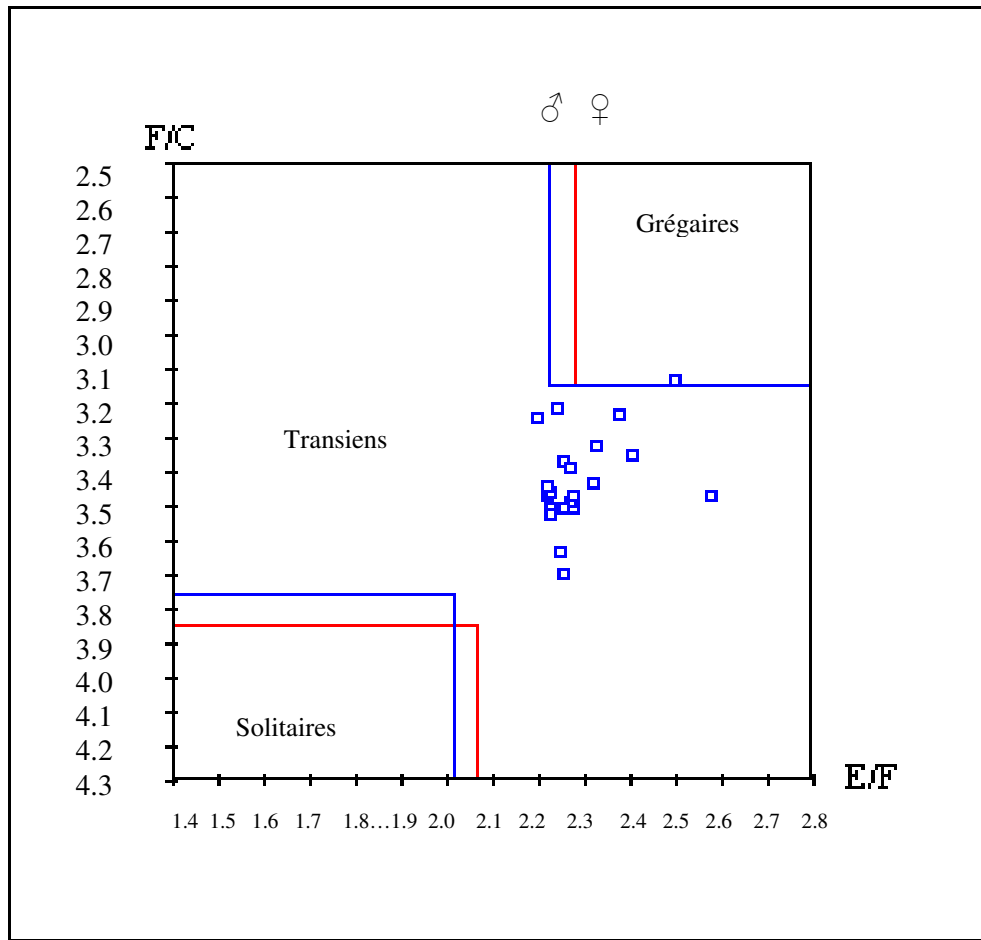


Figure 26b - Abaque morphométrique des rapports E/F et F/C des mâles et des femelles de *Schistocerca gregaria* (Forskal, 1775), du site de Z'ribet El Oued 27/II/2005



□ mâles
○ femelles

Figure 26c - Abaque morphométrique des rapports E/F et F/C des mâles et des femelles de *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) du site de Z'ribet El Oued 17/V/ 2005



□ mâles

Figure 26d - Abaque morphométrique des rapports E/F et F/C des mâles de *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) du site de Z'ribet El Oued 21/V/2005

4.1.1.4. - Récapitulatif : Biskra

Les moyennes des rapports E/F et F/C des individus de *Schistocerca gregaria* capturés dans les trois sites d'étude de la région de Biskra durant la période de l'invasion sont représentés dans le tableau 19.

Tableau 19 - Moyennes des rapports morphométriques des mâles et des femelles de *Schistocerca gregaria* dans la région de Biskra lors de l'invasion 2004 / 2005

Région	Sites	Dates	Sexes	Indices	
				E/F	F/C
Biskra	Tolga	06/V/2004	Mâles (34)	2,13 ± 0,04	3,42 ± 0,05
			Femelles (34)	2,28 ± 0,02	3,46 ± 0,08
	Chetma	14/V/2004	Mâles (25)	2,30 ± 0,03	3,30 ± 0,01
			Femelles (25)	2,32 ± 0,01	3,35 ± 0,02
		30/VI/2004	Mâles (10)	2,29 ± 0,01	3,19 ± 0,01
			Femelles (8)	2,21 ± 0,02	3,48 ± 0,07
	Z'ribet El Oued	24/II/2005	Mâles (43)	2,29 ± 0,01	3,26 ± 0,01
			Femelles (43)	2,31 ± 0,00	3,28 ± 0,01
		27/II/2005	Mâles (12)	2,28 ± 0,01	3,30 ± 0,02
			Femelles (27)	2,31 ± 0,01	3,35 ± 0,01
		17/V/2005	Mâles (36)	2,24 ± 0,01	3,48 ± 0,02
			Femelles (41)	2,29 ± 0,01	3,47 ± 0,02
21/V/2005	Mâles (21)	2,30 ± 0,01	3,43 ± 0,02		

Tableau 20 - Moyennes des rapports morphométriques de la population de *Schistocerca gregaria* dans la région de Biskra lors de l'invasion 2004 / 2005

Région	Sexes	Indices		Statut phasaire
		E/F	F/C	
Biskra	Mâles (181)	2,28 ± 0,02	3,36 ± 0,03	Grégaire
	Femelles (178)	2,30 ± 0,01	3,39 ± 0,04	Grégaire

La comparaison de la moyenne des rapports morphométriques des mâles (N=181) (E/F = 2,28 – F/C = 3,36) (Tab. 20), et ceux des femelles (E/F = 2,30 – F/C = 3,39) (Tab. 20), de toute la population de la région de Biskra avec ceux du tableau de Dirsh (1953)

cité par Doumandji-Mitiche et *al.*, 1996, (Tab. 15), indique que la population des mâles ainsi que celle des femelles appartiennent au statut phasaire grégaire.

D'autre part la projection de ces mêmes valeurs sur l'abaque de Duranton et Lecoq (1990), nous indique que cette même population est hétérogène présentant ainsi trois statuts phasaires : quelques solitaires, quelques grégaires et la majorité sont des transiens-congregans, (Fig. 27).

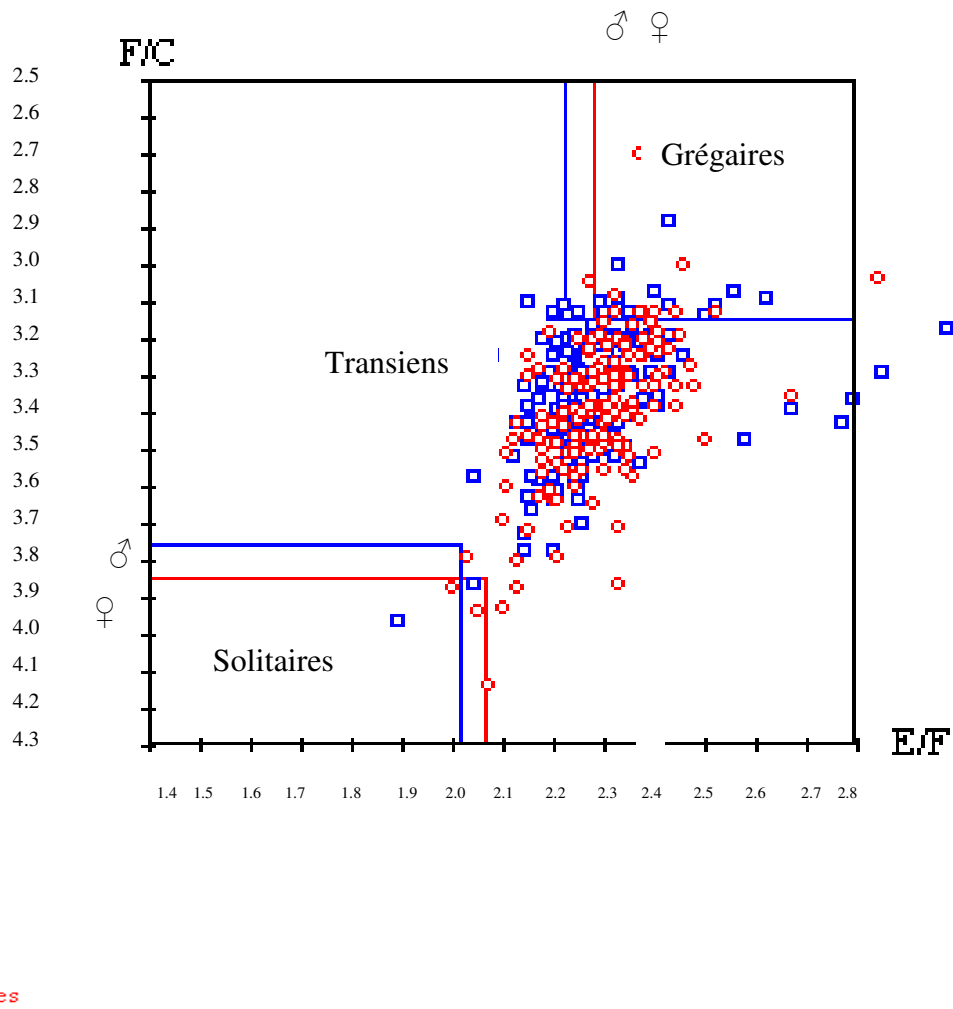


Figure 27 - Abaque morphométrique des rapports E/F et F/C des mâles et des femelles de *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775), de la zone de Biskra durant l'invasion de l'année 2004 – 2005

4.1.2.- Analyse statistique

Pour caractériser le statut phasaire des individus de *Schistocerca gregaria* échantillonnés dans les trois sites d'études de la région de Biskra, nous avons eu recours à l'analyse statistique en utilisant l'analyse statistique élémentaire, l'analyse des correspondances principales, la corrélation en les variables étudiées, et le test de Student. Pour réaliser tout ce calcul nous avons utilisé le logiciel STAT-ITCF, le logiciel Statistica 6.0 et statistiXL (Statistics as an Excel[®]).

4.1.2.1. – Statistique élémentaire

Les résultats des analyses statistiques des mesures morphométriques sont portés dans le tableau 21.

Tableau 21 - Synthèse statistique de la population de *Schistocerca gregaria* dans la région de Biskra, (invasion 2004 / 2005).

	N	Moyenne	Somme	Minimum	Maximum	Variance	Ecart-type	Erreur
E	359	57,67	21,32	47,20	69,00	16,33	4,04	0,21
F	359	25,21	91,00	21,00	31,50	2,90	1,70	0,09
C	359	7,48	27,10	6,10	10,00	0,22	0,47	0,02
E/F	359	2,29	82,02	1,89	2,98	0,01	0,12	0,006
F/C	359	3,37	12,65	2,70	4,14	0,03	0,18	0,009

F: longueur fémur (mm) – **E** : longueur élytre (mm) – **C** : largeur capsule céphalique (mm)
– **E/F**: rapport élytre sur fémur – **F/C** : rapport fémur sur capsule céphalique.

Le tableau ci-dessus illustre les résultats de l'analyse statistique élémentaire de toute la population des trois sites de la région de Biskra et nous pouvons dire que la moyenne des élytres est de $57,67 \pm 4,04$ mm, la moyenne du fémur est de $25,21 \pm 1,70$ mm et la moyenne de la capsule céphalique est de $7,48 \pm 0,47$ mm. De même pour les rapports morphométriques E/F et F/C présentent les moyennes respectives $2,29 \pm 0,01$ et $3,37 \pm 0,03$. De ces derniers on peut dire que les deux rapports évoluent inversement l'un de l'autre, (Fig. 28a et 28b).

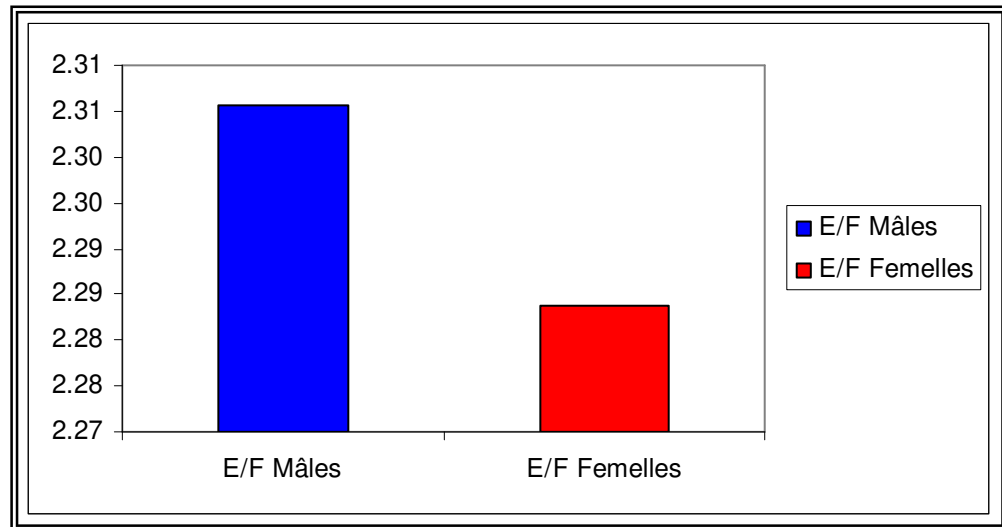


Figure 28a - Comparaison entre les rapports morphométriques E/F mâles et E/F femelles

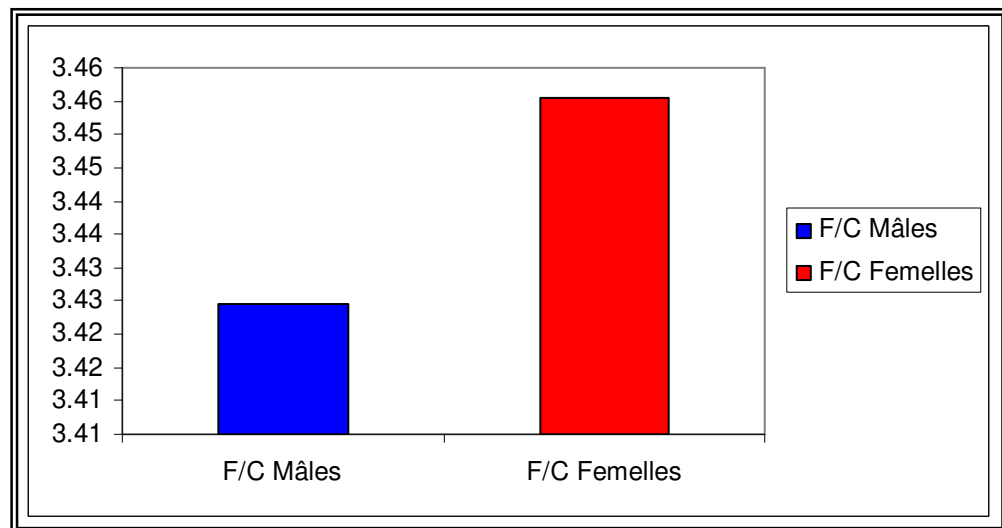


Figure 28b - Comparaison entre les rapports morphométriques F/C mâles et F/C femelles

4.1.2.2. – Matrice de corrélation

Les résultats de la matrice de corrélation des paramètres étudiés E, F, C, E/F et F/C, sont portés dans le tableau 22.

Tableau 22 - Matrice de corrélation entre les cinq variables E, F, C, E/F, et F/C de la population de *Schistocerca gregaria* de la région de Biskra, (invasion 2004 - 2005).

Corrélations significatives marquées à $p < 0,05000$ N=359 (Observations à VM ignorées)					
	E	F	C	E/F	F/C
E	1,0000	0,7250	0,6916	0,4181	0,1042
	p= ---	p=0,00	p=0,00	p=0,000	p=0,048
F	0,7250	1,0000	0,6711	-0,3198	0,4815
	p=0,00	p= ---	p=0,00	p=0,000	p=0,00
C	0,6916	0,6711	1,0000	0,0506	-0,3233
	p=0,00	p=0,00	p= ---	p=0,339	p=0,000
E/F	0,4181	-0,3198	0,0506	1,0000	-0,4721
	p=0,000	p=0,000	p=0,339	p= ---	p=0,00
F/C	0,1042	0,4815	-0,3233	-0,4721	1,0000
	p=0,048	p=0,00	p=0,000	p=0,00	p= ---

En gras les valeurs significatives (0,050) test bilatéral.

E: Elytre (mm) – **F**: longueur Fémur – **C**: largeur capsule céphalique – **E/F** : rapport entre Elytre et Fémur – **F/C**: rapport entre Fémur et Capsule céphalique.

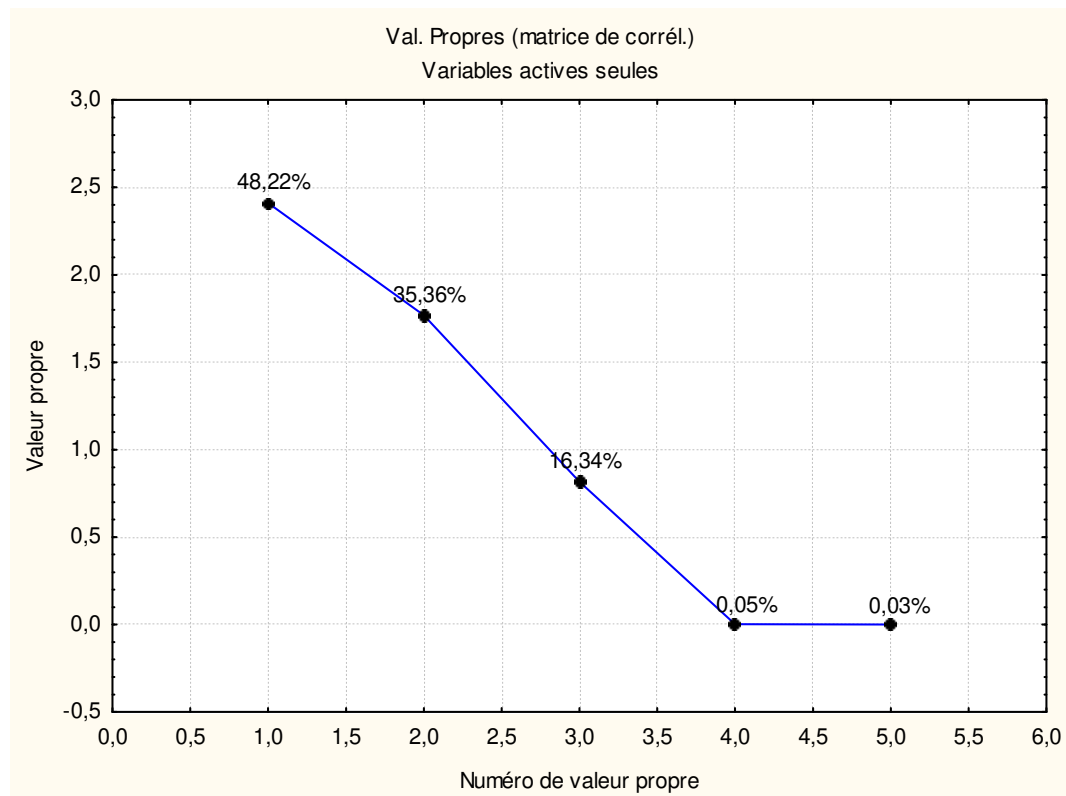
Le rejet de l'hypothèse nulle au seuil ($\alpha = 0,050$).

Nous constatons qu'il y a une forte corrélation élytre et longueur du corps ($r = 0,7375$) (Tab. 22), une corrélation entre l'élytre et la longueur du corps ($r = 0,7605$) (Tab. 22), une corrélation entre la longueur du corps et la capsule céphalique ($r = 0,7446$) (Tab. 22), et une corrélation entre la longueur du corps avec le rapport E/F ($r = 0,1401$), par contre une faible corrélation entre la longueur du corps et le rapport F/C, (Tab. 22).

Les valeurs propres de la matrice de corrélation des cinq variables (E, F, C, E/F et F/C) sont représentées dans le tableau 23 et la figure 29.

Tableau 23 – Valeurs propres des variables E, F, C, E/F et F/C

Variables	Pourcentage
E	48,22
F	35,36
C	16,34
E/F	0,05
F/C	0,03

**Figure 29** - Valeurs propres de la matrice de corrélation

4.1.2.3. – Cercle de corrélation

La projection des variables sur le cercle de corrélation montre que les deux variables F/C et F se trouvent dans le quadrant 2, par contre les trois autres variables F/C, E, C sont localisés dans le quadrant 3, (Fig. 30).

Les variables F, C et E sont représentés par des points proches du cercle de corrélation. Elles sont représentées par des points qui forment avec le centre du cercle un

angle presque droit ce qui signifie qu'il n'y a pas de corrélation linéaire entre elles, (Fig. 30).

De même les deux variables E/F et F/C sont également représentés par des points proches du cercle des corrélations. Elles sont représentées par des points qui forment avec le centre du cercle un angle presque plat, ce qui signifie qu'elles sont fortement corrélées négativement ce qui indique que le coefficient linéaire de ces deux variables est donc voisin de -1.

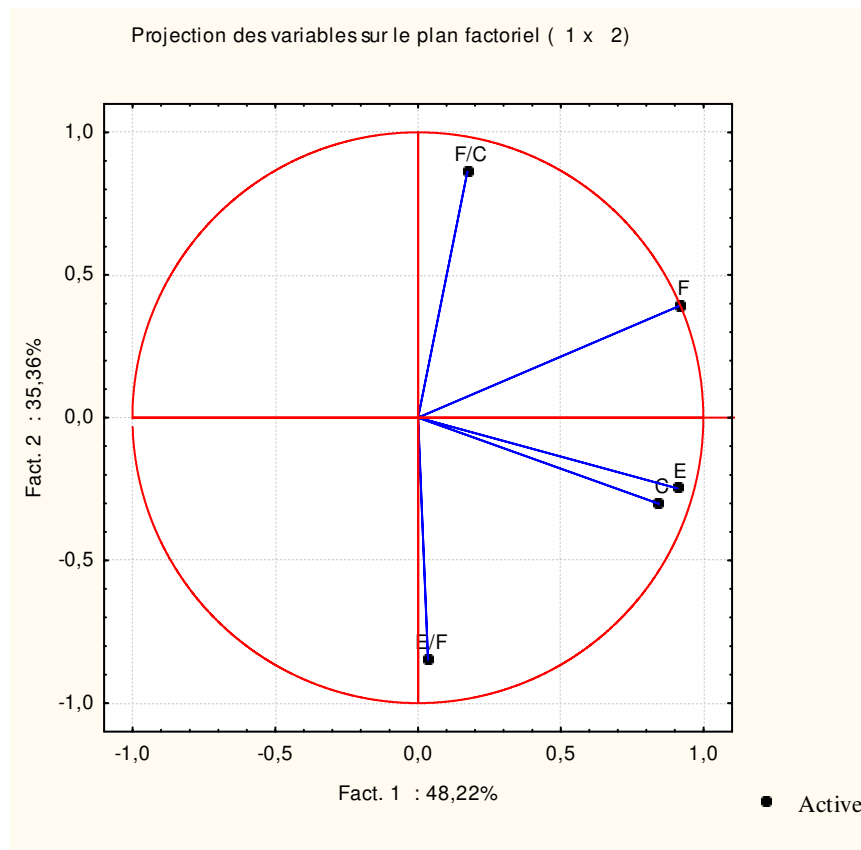


Figure 30 - Cercle de corrélation

4.1.2.4. – Analyse en Composantes Principales de la population

Les individus du criquet pèlerin sont répartis dans un nuage de points sur les axes principaux 1 et 2 d'une manière homogène malgré l'apparition de deux petits groupes distincts de part et d'autre de l'axe des abscisses.

Au centre nous avons la population (A) représente les individus appartenant à la catégorie des grégaires, (Fig. 31).

Par contre les individus (167 G, 200 G, 205 G, 211 T) du groupe (B) sont hétérogènes formés par deux statuts grégaire et transien, (Fig. 31)

Malgré que les individus (163 G, 215 G, et 326 G) du groupe C sont homogènes appartenant au statut grégaire, (Fig. 31).

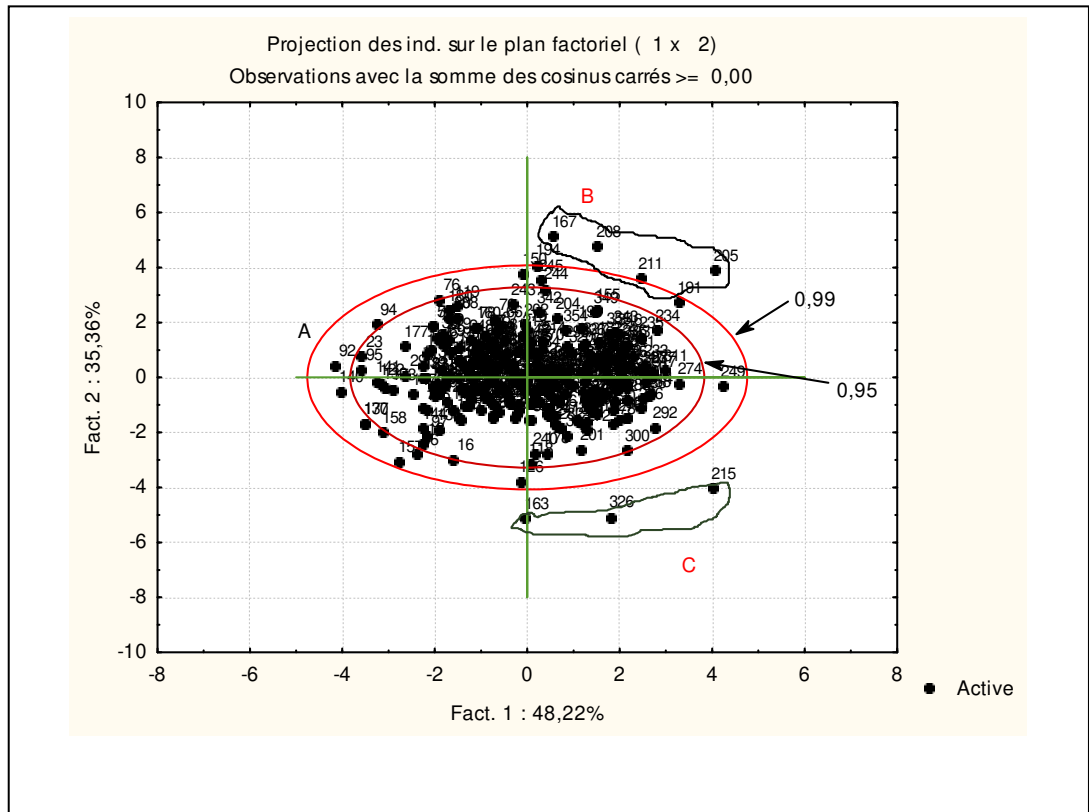


Figure 31 - Analyse en composantes principales de la population de *Schistocerca gregaria* échantillonnée dans les trois sites de la région de Biskra durant l'invasion de l'année 2004 - 2005

4.1.2.5. - Test Student t pour des échantillons indépendants

Le test de Student est un test de significativité qui peut être employé, lors de la comparaison de deux moyennes, pour tester la significativité d'un coefficient de régression.

Tableau 24 – Comparaison entre les rapports morphométriques (E/F et F/C) des mâles et des femelles de *Schistocerca gregaria* des trois sites d'études

Sites	Rapports	valeur t	dl	P (0,05)	Signification
Tolga	E/F ♂ vs E/F ♀	0,54	66	0,591	NS
	F/C ♂ vs F/C ♀	0,50	66	0,618	NS
Chetma	E/F ♂ vs E/F ♀	0,53	66	0,594	NS
	F/C ♂ vs F/C ♀	2,91	66	0,005	HS
Z'ribet El Oued	E/F ♂ vs E/F ♀	2,63	221	0,009	HS
	F/C ♂ vs F/C ♀	0,19	221	0,851	NS

E/F : rapport entre Elytre et Fémur – F/C: rapport entre Fémur et Capsule céphalique –

♂: mâle - ♀: femelle.

dl: degré de liberté – P: probabilité au seuil (0,05) - NS: non significatif – HS: hautement significatif.

La comparaison entre les rapports morphométriques des mâles et des femelles des trois sites durant les différentes phases de l'invasion de l'année 2004 – 2005, indique que les rapports (E/F et F/C), des sites de Tolga ne sont pas significatifs ($P > 0,05$) (Tab. 24), le site de Chetma présente une signification des rapports F/C (mâle X femelles) ($P < 0,05$) (Tab. 24), par contre les rapports E/F (mâle X femelles), présente une différence non signification ($P > 0,05$) (Tab. 24). Enfin pour le site de Z'ribet El Oued les résultats sont inverses de ceux de Chetma.

4.2. - Régime alimentaire *S. gregaria*

4.2.1. – Tolga

Le site de Tolga est caractérisé essentiellement par la présence du palmier dattier qui favorise l'installation de plusieurs espèces végétales.

Les résultats des fréquences relatives des espèces végétales dans les fèces des criquets pèlerins du site de Tolga sont représentés dans le tableau 25.

Tableau 25 - Fréquences relatives des espèces végétales contenues dans les fèces du criquet pèlerin du site de Tolga

Tolga 6/V/ 2004		
Espèces végétales	Fr % = (ni / N) X 100	
	mâles (34)	femelles (34)
<i>Phoenix dactylifera</i>	53,65	78,64
<i>Avena sterilis</i>	27,29	38,47
<i>Cynodon dactylon</i>	19,65	22,00
<i>Hordeum murinum</i>	11,28	12,01
<i>Lolium multiflorum</i>	6,40	4,09
<i>Phalaris paradoxa</i>	6,0	7,20
<i>Calendula arvensis</i>	4,20	2,0
<i>Sonchus arvensis</i>	4,40	5,10
<i>Atriplex halimus</i>	5,87	6,00
<i>Moricandia arvensis</i>	7,04	9,00
<i>Convolvulus arvensis</i>	1,50	2,32

Les espèces identifiées dans les fèces de *Schistocerca gregaria* des mâles et des femelles sont en nombre de 11 espèces (Tab. 25), Ces dernières sont réparties en 7 familles qui sont: Asteraceae (*Phoenix dactylifera*), Poaceae (*Avena sterilis*, *Cynodon dactylon*, *Hordeum murinum*, *Lolium multiflorum* et *Phalaris paradoxa*), Composées (*Calendula arvensis* et *Sonchus arvensis*), Chénopodiacées (*Atriplex halimus*), Crucifères (*Moricandia arvensis*), Convolvulaceae (*Convolvulus arvensis*) et Boraginacées (*Erodium triangulare*), (Fig. 32).

Dans le site de Tolga le nombre des espèces végétales consommées par les mâles et les femelles de *Schistocerca gregaria* est de 11 espèces.

Nous constatons que *Schistocerca gregaria* dans le site de Tolga a consommée 11 espèces végétales sur 13 échantillonnées dans ce site dont *Phoenix dactylifera* est l'espèce la plus appréciée par les femelles et les mâles de l'acridien (Fr femelles = 78,64% - Fr mâles = 53,65%) (Tab. 25), suivie par *Avena sterilis* (Fr femelles = 38,47% - Fr mâles = 27,29%) (Tab. 25), et *Cynodon dactylon* (Fr femelles = 22% - Fr mâles = 19,65%) (Fig. 32).

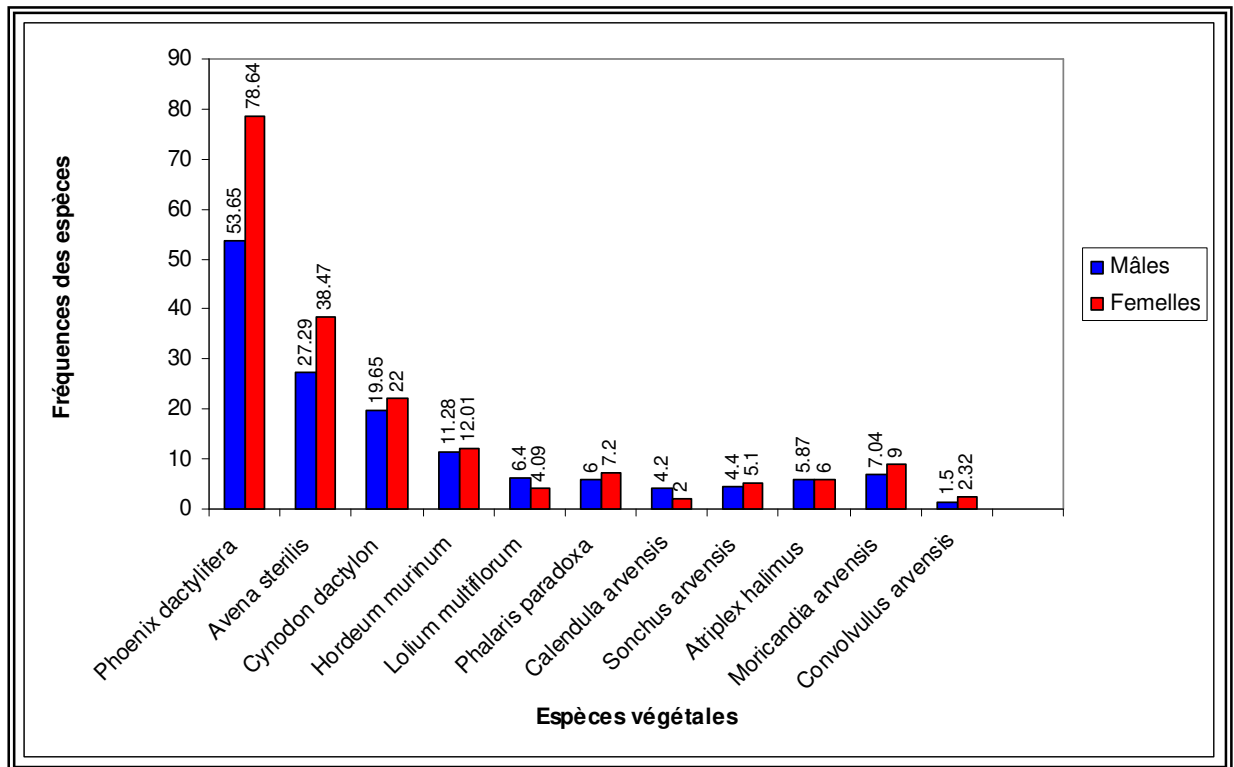


Figure 32 – Fréquence des espèces végétales consommées par *Schistocerca gregaria* dans le site de Tolga le 6/V/2004

4.2.2. – Chetma

Les résultats des fréquences relatives des espèces végétales contenues dans les fèces de *Schistocerca gregaria* du site de Chetma sont représentés respectivement dans les tableaux (26a et 26b).

Tableau 26a - Fréquences des espèces végétales contenues dans les fèces des criquets pèlerins du site de Chetma pendant la période du 14 / V / 2004.

Chetma 14/V/2004		
Espèces végétales	Fr % = (ni / N) X 100	
	Mâles (25)	Femelles (25)
<i>Cynodon dactylon</i>	31,20	34,14
<i>Hordeum murinum</i>	10,20	13,02
<i>Imperata cylindrica</i>	4,32	8,48
<i>Calendula arvensis</i>	6,76	13,56
<i>Sonchus arvensis</i>	12,50	16,86
<i>Moricandia arvensis</i>	3,45	7,66
<i>Phoenix dactylifera</i>	56,75	63,10

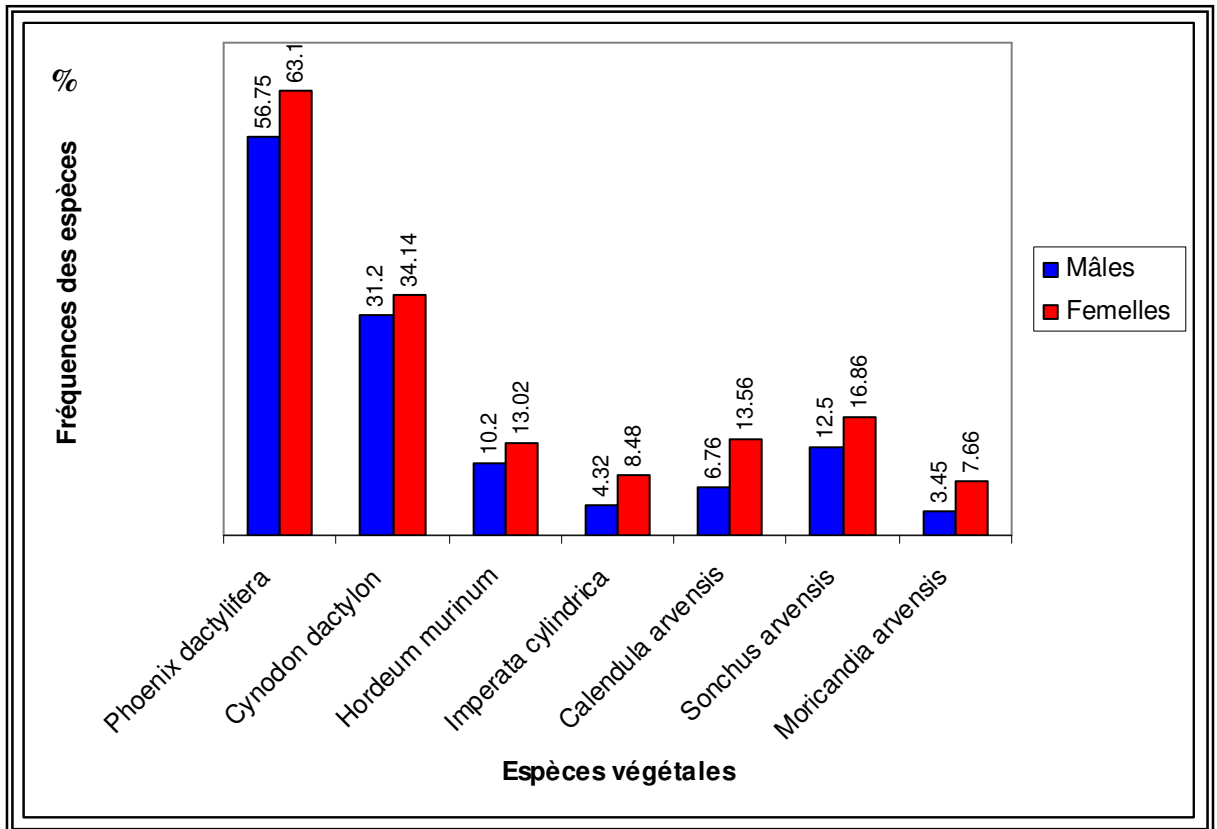


Figure 33a - Fréquence des espèces végétales dans le site de Chetma 14/V/2004

Tableau 26b - Fréquences des espèces végétales contenues dans les fèces du criquet pèlerin du site de Chetma pendant la période du 30/VI/2004.

Chetma 30/VI/2004		
Espèces végétales	Fr % = (ni / N) X 100	
	Mâles (10)	Femelles (08)
<i>Cynodon dactylon</i>	62,51	66,32
<i>Hordeum murinum</i>	55,20	63,54
<i>Calendula arvensis</i>	41,02	58,10
<i>Moricandia arvensis</i>	18,14	21,32
<i>Melilotus indica</i>	10,21	13,54

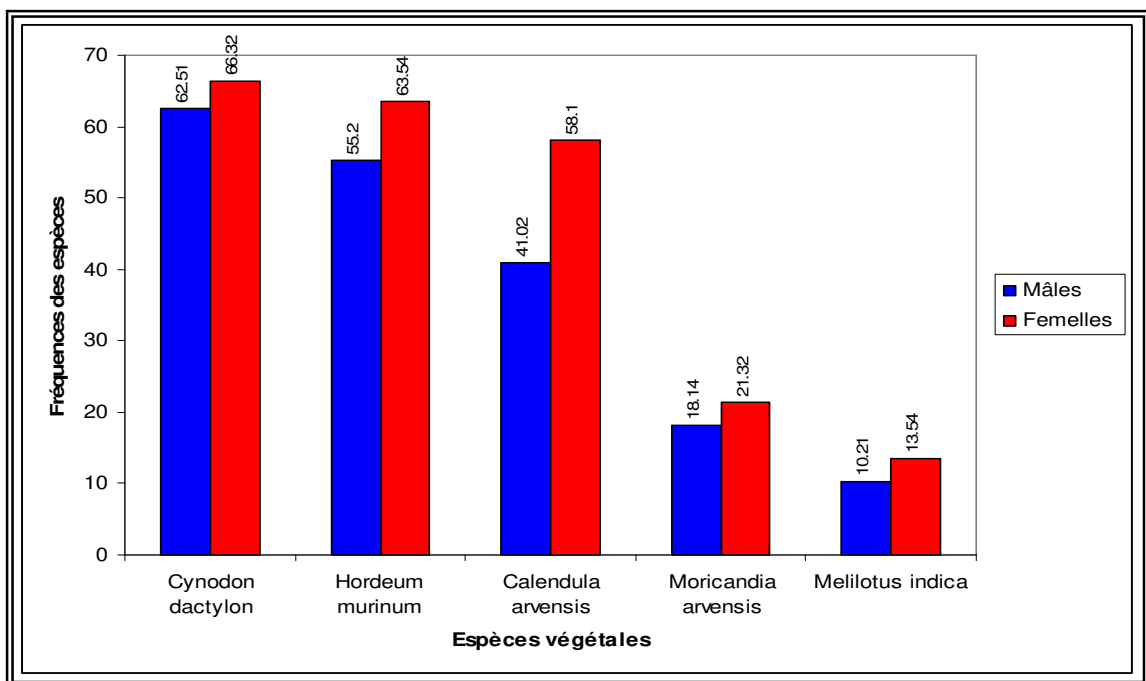


Figure 33b - Fréquence des espèces végétales consommées par *Schistocerca gregaria* dans le site de Chetma 30/VI/2004

La fréquence relative des espèces végétales consommées par *Schistocerca gregaria* pendant les deux périodes d'échantillonnage du 14/V/2004 et 30/VI/2004 sont indiqués dans les tableaux 26a et 26b.

D'après ces résultats nous remarquons que l'espèce végétale la plus consommée pendant la période du 14/V/ 2004 est *Phoenix dactylifera* (Fr femelles = 63,10% - Fr mâles

= 56,75%) (Tab. 26a) (Fig. 33a). Par contre pendant la période du 30/VI/2004 c'est *Cynodon dactylon* qui est l'espèce végétale la plus consommée (Fr femelles = 66,32% – Fr mâles = 62,51%) (Tab. 26b) (Fig. 33b).

Nous constatons aussi que les deux espèces végétales étaient présente dans les fèces des individus échantillonnés lors de la sortie du 14/V/2004 mais absentes dans les fèces des individus échantillonnés pendant la sortie du 30/VI/2004.

4.2.3. - Z'ribet El Oued

Les résultats des fréquences des espèces végétales, contenues dans les fèces des criquets pèlerins du site de Z'ribet El Oued, sont représentés respectivement dans les tableaux 27 (a, b et c).

Tableau 27a - Fréquences des espèces végétales contenues dans les fèces du criquet pèlerin du site de Z'ribet El Oued du 24/II/2005

Z'ribet El Oued 24/II/2005		
Espèces végétales	Fr % = (ni / N) X 100	
	Mâles (43)	Femelles (43)
<i>Hordeum murinum</i>	12,20	13,02
<i>Phalaris brachystachys</i>	13,67	14,01
<i>Calendula arvensis</i>	10,22	12,09
<i>Sonchus arvensis</i>	5,10	3,00
<i>Atriplex halimus</i>	4,41	4,10
<i>Hamada cimitiane</i>	5,27	6,30
<i>Suaeda fruticosa</i>	10,10	12,33

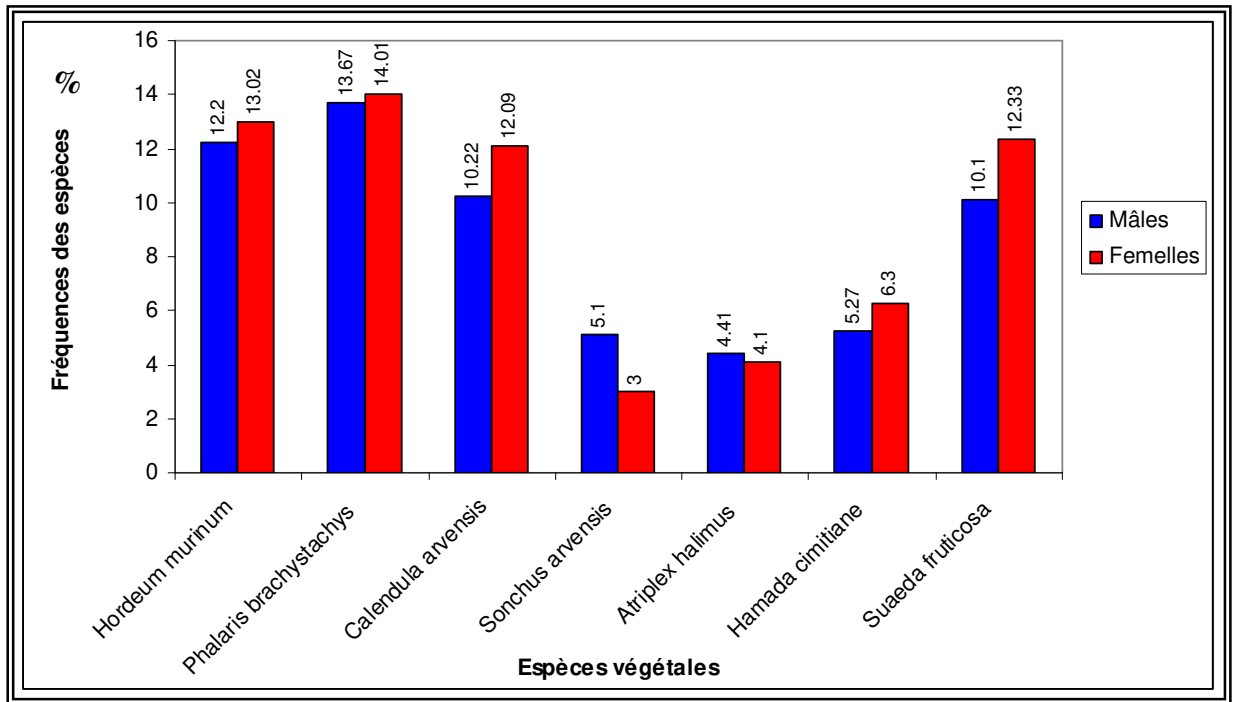


Figure - 34a - Fréquences des espèces végétales contenues dans les fèces du criquet pèlerin du site de Z'ribet El Oued du 24/II/2005

Tableau 27b – Fréquences des espèces végétales contenues dans les fèces du criquet pèlerin du site de Z'ribet El Oued du 27/II/2005.

Z'ribet El Oued 27/II/2005		
Espèces végétales	Fr % = (ni / N) X 100	
	Mâles (27)	Femelles (12)
<i>Hordeum murinum</i>	10,32	12,41
<i>Phalaris brachystachys</i>	10,25	12,65
<i>Phalaris paradoxa</i>	0,66	1,21
<i>Calendula arvensis</i>	6,56	8,53
<i>Carduus pycnocephalus</i>	0,04	2,33
<i>Sonchus arvensis</i>	7,59	6,52
<i>Atriplex halimus</i>	3,22	3,85
<i>Chenopodium polyspermum</i>	2,65	3,54
<i>Hamada cimitiane</i>	0,85	2,11
<i>Salsola fetida</i>	2,55	4,11
<i>Suaeda fruticosa</i>	3,75	3,55

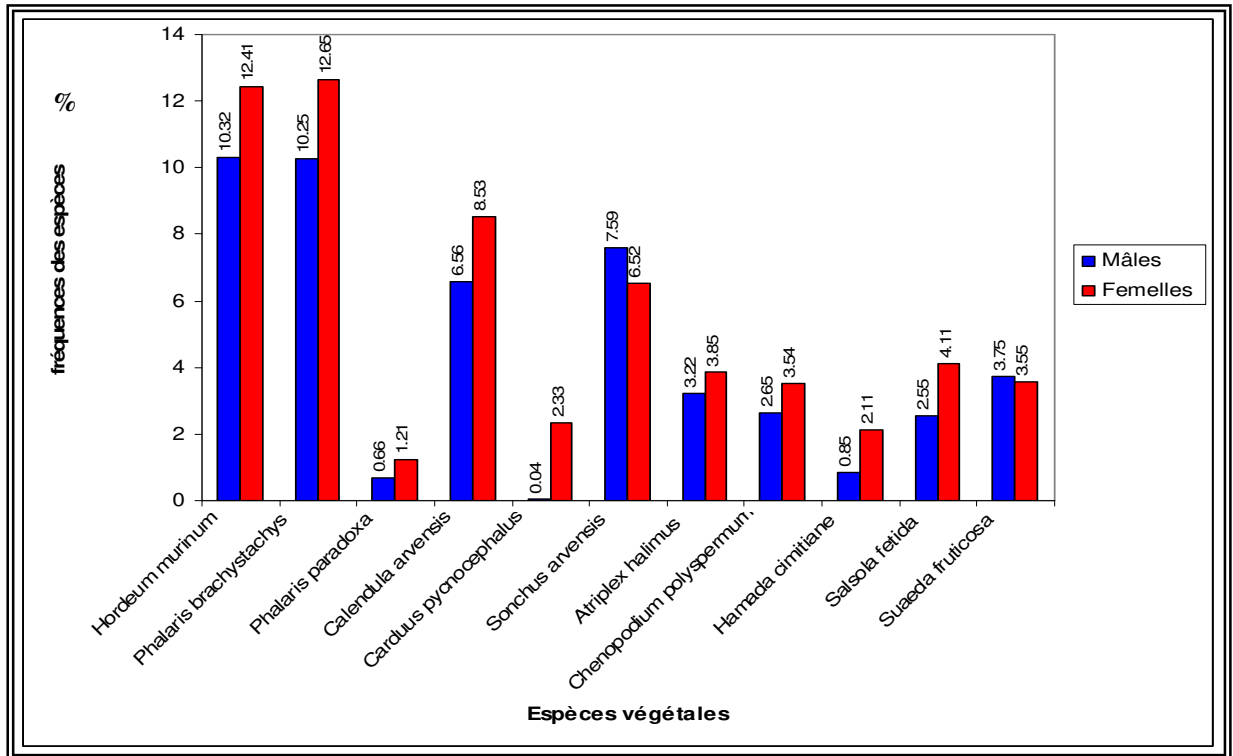


Figure 34b - Fréquences des espèces végétales contenues dans les fèces du criquet pèlerin du site de Z'ribet El Oued du 27/II/2005

Tableau 27c - Fréquences des espèces végétales contenues dans les fèces du criquet pèlerin du site de Z'ribet El Oued 17/V/2005

Z'ribet El Oued 17/V/2005		
Espèces végétales	Fr % = (ni / N) X 100	
	Mâles (36)	Femelles (41)
<i>Hordeum murinum</i>	35,32	88,47
<i>Phalaris brachystachys</i>	28,45	48,54
<i>Phalaris paradoxa</i>	18,50	32,40
<i>Calendula arvensis</i>	12,21	15,32
<i>Carduus pycnocephalus</i>	26,34	54,21
<i>Sonchus arvensis</i>	14,40	19,79
<i>Chenopodium polyspermum</i>	68,50	85,54
<i>Suaeda fruticosa</i>	86,50	96,54

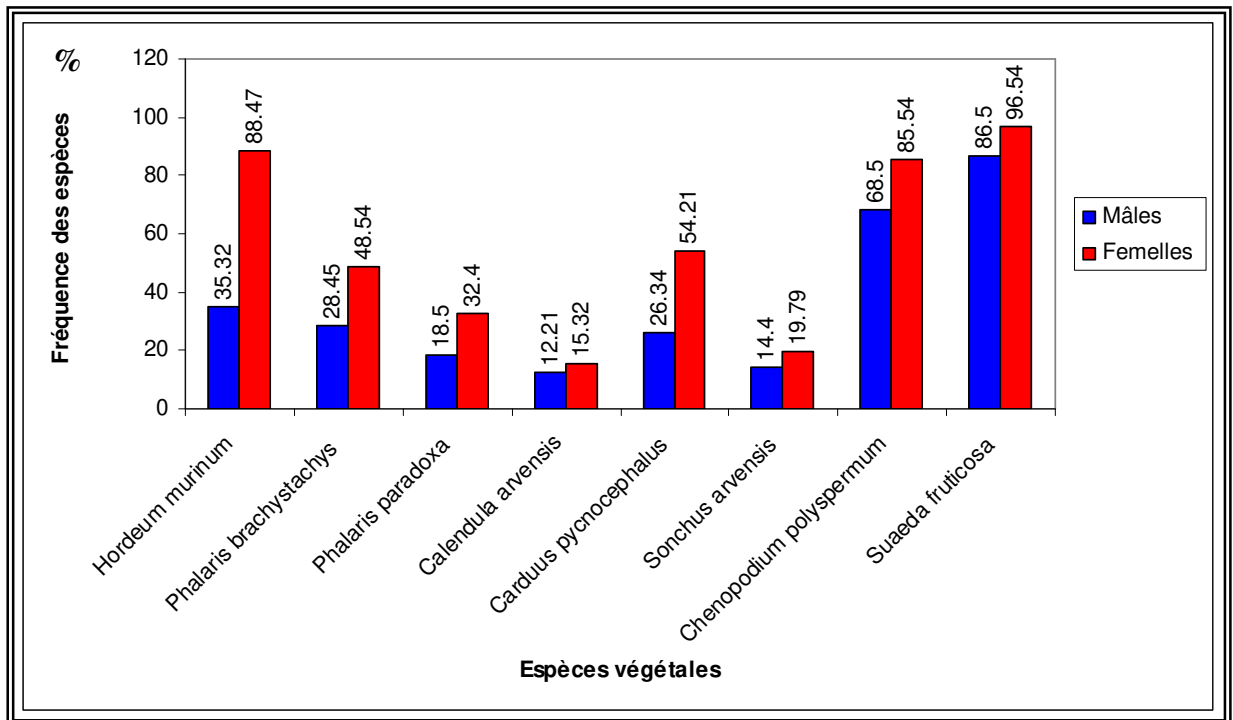


Figure 34c - Fréquences des espèces végétales contenues dans les fèces du criquet pèlerin du site de Z'ribet El Oued du 17/V/2005

D'après les résultats du 24/II/2005 on remarque que les mâles et les femelles de *Schistocerca gregaria* ont consommés 7 espèces végétales sur 11 trouvées sur le terrain (Fig. 34a).

Pendant la période du 27/II/2005, nous avons enregistré la présence des 11 espèces végétales (Tab. 27b), dans les fèces des individus mâle et femelles de *Schistocerca gregaria* (Fig. 34b).

Enfin pour la dernière phase du 17/V/2005 de l'échantillonnage de *S. gregaria* les résultats ont révélé la consommation de 8 espèces végétales sur 12 (Tab. 27a), il est à noter que les fréquences de consommation des femelles sont supérieures à celles des mâles, (Tab. 34c).

4.2.4. – Récapitulation Biskra

La récapitulation des résultats des trois sites est portée dans le tableau 28.

Tableau 28 – Récapitulatif des fréquences relatives de consommation des espèces végétales par *Schistocerca gregaria* dans les trois sites de Biskra

Familles	Espèces végétales	Fr % = (ni / N) X 100	
		Mâles (181)	Femelles (178)
Poacées	<i>Avena sterilis</i>	27,29	38,47
	<i>Cynodon dactylon</i>	33,25	36,12
	<i>Imperata cylindrica</i>	4,32	8,48
	<i>Hordeum murinum</i>	21,10	29,40
	<i>Lolium multiflorum</i>	6,40	4,09
	<i>Phalaris brachystachys</i>	17,50	25,10
	<i>Phalaris paradoxa</i>	6,19	9,20
Astéracées	<i>Calendula arvensis</i>	12,58	16,60
	<i>Carduus pycnocephalus</i>	8,80	18,8
	<i>Sonchus arvensis</i>	8,64	10,58
Chénopodiacées	<i>Chenopodium polyspermum</i>	23,70	29,70
	<i>Atriplex halimus</i>	4,21	4,33
	<i>Hamada cimitiane</i>	2,00	2,80
	<i>Salsola fetida</i>	0,90	1,40
	<i>Suaeda fruticosa</i>	0,90	1,40
Brassicacées	<i>Moricandia arvensis</i>	8,92	11,75
Convolvulacées	<i>Convolvulus arvensis</i>	1,50	2,32
Fabacées	<i>Melilotus indica</i>	10,21	13,54
Arécacées	<i>Phoenix dactylifera</i>	55,20	70,87

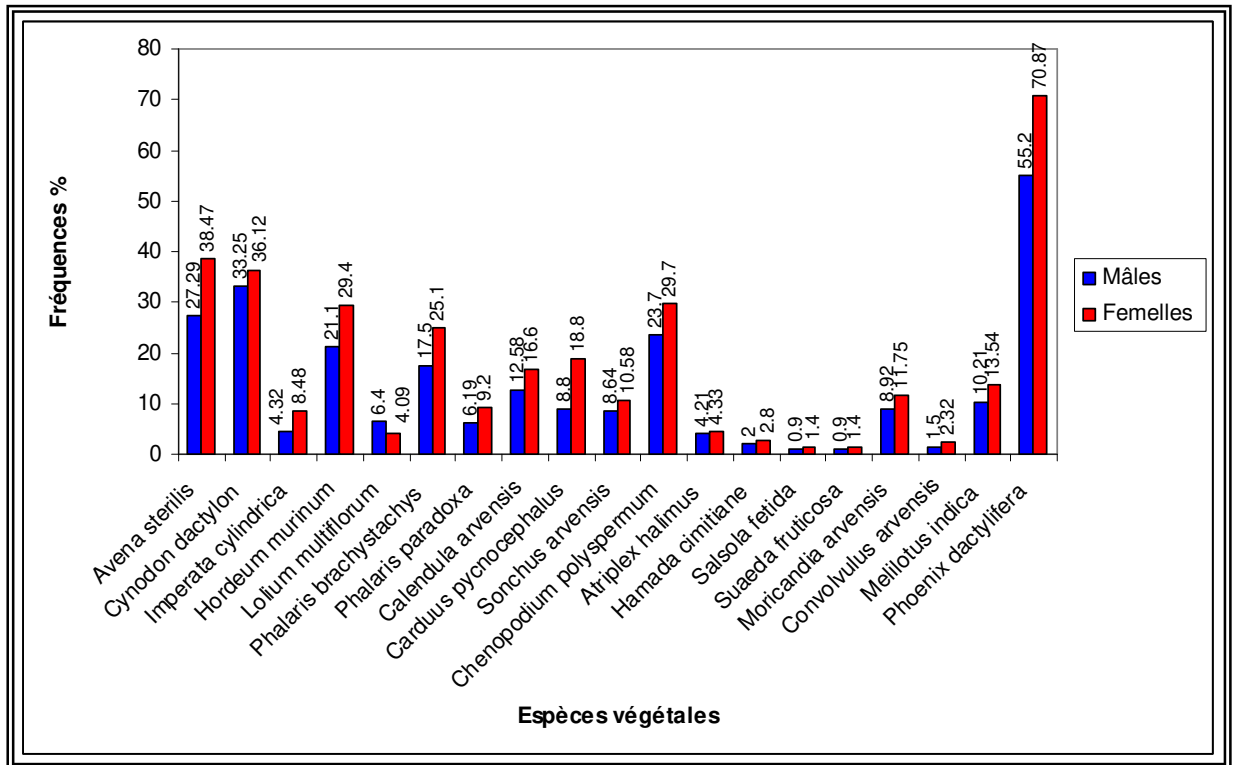


Figure 35 – Fréquences des espèces végétales contenues dans les fèces de *Schistocerca gregaria* dans la région de Biskra durant l'invasion de 2004 – 2005

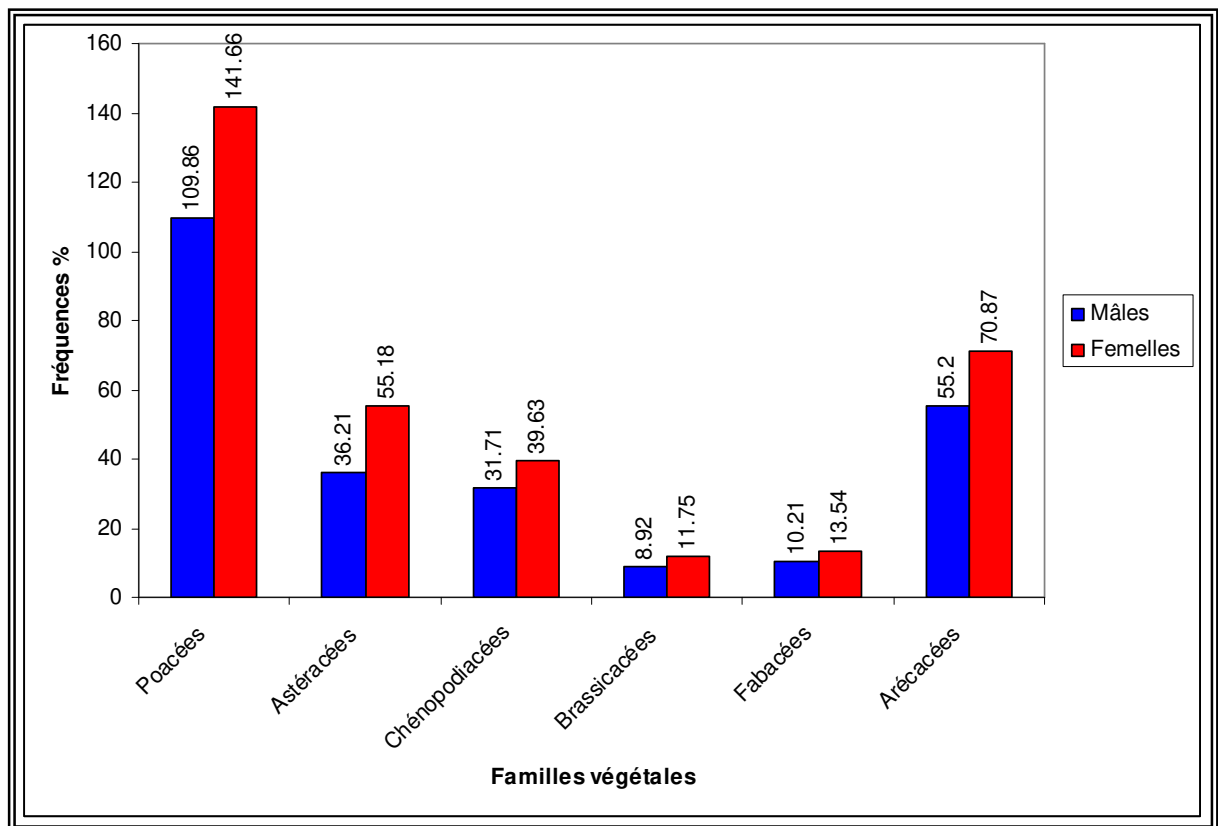
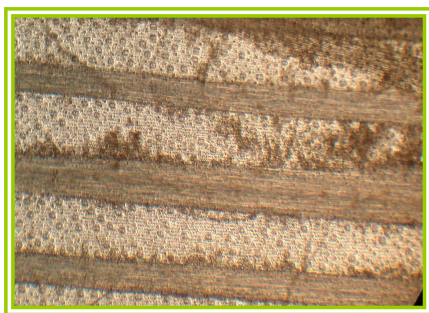


Figure 36 - Fréquences des familles végétales contenues dans les fèces de *Schistocerca gregaria* dans la région de Biskra durant l'invasion de 2004 – 2005

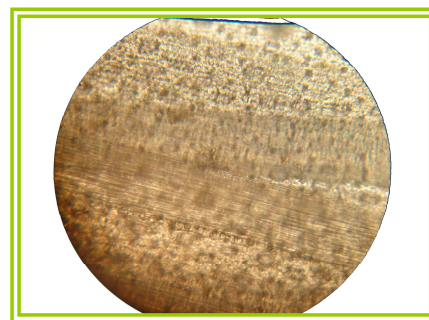
D'après la synthèse des fréquences relatives des espèces végétales consommées par les mâles et les femelles de *Schistocerca gregaria* dans les trois sites d'étude de la région de Biskra, on constate que les individus du criquet pèlerin lors de l'invasion des années 2004 et 2005 ont consommés 19 espèces végétales, appartenant à 7 familles sur un total de 20 espèces végétales appartenant à 8 familles (Tab. 28).

L'espèce végétale *Erodium triangulare* qui appartient à la famille des Geraniacées est absente dans les fèces de *Schistocerca gregaria*. Par contre l'espèce végétale la plus consommée par *Schistocerca gregaria* est *Phoenix dactylifera* (Fr ♀ = 70,87% – Fr ♂ = 55,20% (Tab. 28)(Fig. 36).

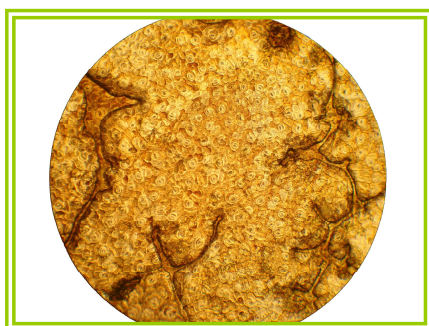
Les figures (Fig. 37 a, b, c, d, e), illustrent les épidermes des espèces végétales retrouvées dans les fèces de *S. gregaria*.



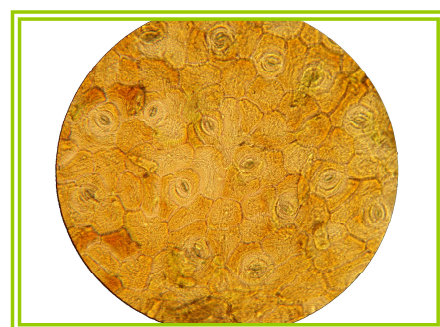
Avena sterilis x10



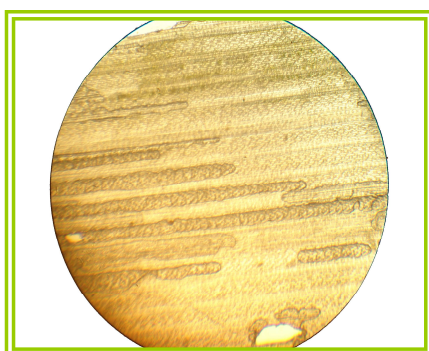
Avena sterilis x 40



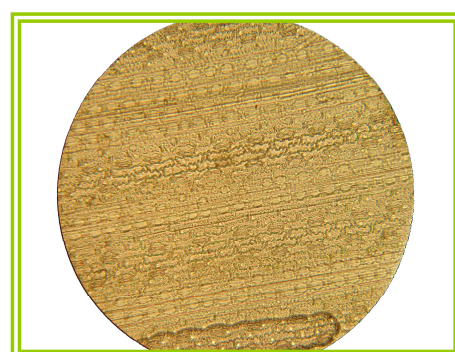
Hamada cimitiane x 10



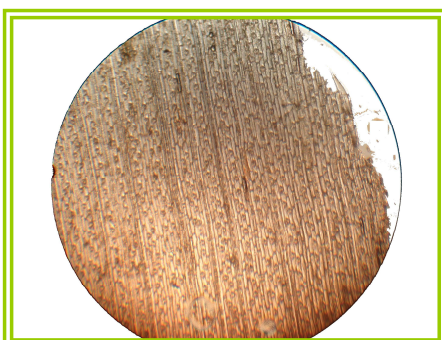
Hamada cimitiane x 40



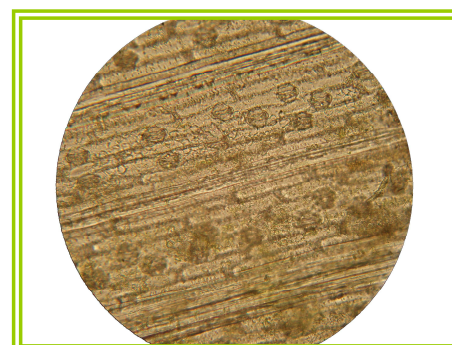
Cynodon dactylon x 10



Cynodon dactylon x 40



Imperata cylindrica X10



Imperata cylindrica X40

Figure 37 a – Epidermes des tissus des végétaux consommés par le criquet pèlerin