

***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

Directeur de thèse: Mme DOUMANDJI-MITICHE B. Professeur (ENSA)

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



# Table des matières

|  |    |
|--|----|
| Résumé ..  | 5  |
| Summary ..   | 6  |
| ص—خ—لم ..  | 7  |
| Abréviations ..  | 8  |
| REMERCIEMENTS ..   | 9  |
| INTRODUCTION ..  | 11 |
| CHAPITRE I - PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE BISKRA ..   | 14 |
| 1.1.- Situation géographique ..  | 14 |
| 1.2. - Facteurs écologiques ..   | 15 |
| 1.2.1. – Relief ..   | 15 |
| 1.2.2 - Données climatiques ..   | 16 |
| 1.3. - Synthèse climatique de la région de Biskra ..   | 21 |
| 1.3.1. - Diagramme ombrothermique ..   | 21 |
| 1.3.2. - Climagramme d'Emberger ..   | 23 |
| 1.4. - Flore de la région d'étude ..   | 24 |
| 1.5. - Faune de la région d'étude ..   | 26 |
| CHAPITRE II - DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES ACRIDIENS ..  | 31 |
| 2.1. - Données bibliographiques sur les acridiens ..   | 31 |
| 2.2. - Systématique ..   | 31 |
| 2.3. - Caractéristiques du genre de l'espèce <i>Schistocerca gregaria</i> ..   | 33 |
| 2.3.1. - Caractéristiques morphologiques : ..  | 33 |
| 2.3.2 -Caractéristiques éco-éthologiques ..  | 39 |
| 2.3.3. - Caractéristiques biologiques ..   | 40 |
| 2.4. - Effet de l'alimentation sur le développement et le comportement de <i>Schistocerca gregaria</i> (Forsk., 1775) .. | 42 |
| 2.4.1. - Influence de la nourriture ..   | 43 |
| 2.4.2. - Variations du régime alimentaire ..   | 44 |
| CHAPITRE III – MATERIEL ET METHODES ..   | 46 |
| 3.1. - Présentation des sites d'étude ..   | 46 |
| 3.1.1. – Tolga ..  | 46 |
| 3.1.2. – Chetma ..   | 47 |
| 3.1.3. - Z'ribet El Oued ..  | 49 |
| 3.1.4 - Récapitulation de la zone de Biskra ..   | 52 |
| 3.2. – Etude des indices morphométriques de <i>Schistocerca gregaria</i> Forskal, 1775 ..                                | 54 |
| 3.2.1. - Matériel et méthode ..  | 54 |
| 3.3. - Etude du régime alimentaire ..  | 57 |
| 3.3.1.- Matériel utilisé ..  | 57 |
| 3.3.2.- Méthode utilisée ..  | 57 |
| 3.3.3. - Exploitation des résultats ..   | 59 |
| Chapitre IV – RESULTATS ..   | 61 |

|  |     |
|--|-----|
| 4.1. - Indices morphométriques <i>S. gregaria</i> . .  | 61  |
| 4.1.1.- Analyse biométrique de <i>S. gregaria</i> collectés des trois sites de la région de Biskra pendant l'invasion 2004 – 2005 . .  | 61  |
| 4.1.2.- Analyse statistique . .  | 71  |
| 4.2. - Régime alimentaire <i>S. gregaria</i> . .   | 77  |
| 4.2.1. – Tolga . .   | 77  |
| 4.2.2. – Chetma . .  | 78  |
| 4.2.3. - Z'ribet El Oued . .   | 80  |
| 4.2.4. – Récapitulation Biskra . .   | 84  |
| CHAPITRE V – DISCUSSIONS . .   | 91  |
| 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. . . | 91  |
| 5.1.1. – Détermination du statut phasaire de la population de <i>Schistocerca gregaria</i> . .   | 91  |
| 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 . .     | 92  |
| 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 . .  | 93  |
| CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES . .  | 97  |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES . .  | 100 |
| ANNEXES . .  | 109 |
| Annexe 1 . .   | 109 |
| Annexe 2 . .   | 111 |

---

## Résumé

Notre étude traite les aspects bioécologiques (morphométrie et régime alimentaire), du criquet pèlerin en phase grégaire pendant l'invasion de l'année 2004 – 2005 dans la région de Biskra. L'étude de biométrie par la comparaison des rapports morphométriques de la population du criquet pèlerin comparés avec ceux de Dirsh (1953), montre que cette population est homogène appartenant au statut phasaire grégaire. D'autre part le report des mêmes rapports morphométriques sur l'abaque morphométrique de Duranton et de Lecoq (1990), montre que cette population est hétérogène présentant plusieurs formes phasaires (Solitaires, Transiens, Transien-Congrégans et Grégaire). Tandis que par l'utilisation de l'A.C.P. nous constatons que cette population est homogène appartient au statut phasaire grégaire.

L'étude du régime du criquet pèlerin a été entreprise dans trois sites dans la région de Biskra (Tolga, Chetma et Z'ribet El Oued). Dans le site de Tolga nous avons identifié 11 espèces végétales dans les fèces des mâles et des femelles du criquet pèlerin sur un total de 12 espèces végétales rencontrées dans le site. Nous avons noté que l'espèce végétale plus consommée par les deux sexes est *Phoenix dactylifera* (Fr# = 78,64% - Fr# = 53,65%). Dans le site de Chetma 8 espèces végétales ont été consommé dont *Cynodon dactylon* (Fr# = 66,32% - Fr# = 62,51%), *Phoenix dactylifera* (Fr# = 63,10% - Fr# = 56,75%) et *mirinum de Hordeum* (Fr# = 63,54% - Fr# = 55,20%), qui sont consommés sont par les deux sexes. En fin dans le site de Z'ribet El Oued le criquet pèlerin a montré une préférence alimentaire envers *Chenopodium polyspernum* (Fr# = 85,54% - Fr# = 68,50%) et *Hordeum murinum* (Fr# = 88,47% - Fr# = 35,32%).

Mots clés : criquet pèlerin, morphometrie, statut phasaire, régime alimentaire et Biskra.

## Summary

Our study treats the bioecologic aspects (morphometry and diet), of the desert locust in gregarious phase during the invasion of the year 2004 – 2005 in the area of Biskra. The biometrics study by the morphometric comparison of the ratios of the population of the desert locust sampled with those of Dirsh (1953), showed that this population is homogeneous pertaining to the gregarious statute phasaire. On the other hand the carry forward of the same ratios morphometric on the abacus morphometric of Duranton and Lecoq (1990), showed that this population is heterogeneous pertaining to several form phasaires (Solitary, Transien, Transien-Congrégans and Gregarious). While by the use of the A.C.P. showed that this population is homogeneous belongs to the gregarious statute phasaire.

The study of the diet of the desert locust was undertaken in three sites in the area of Biskra (Tolga, Chetma and Z'ribet El Oued). In the site of Tolga we identified 11 vegetable species in deposit of the males and the females of the locust pilgrim on a total of vegetable species met in the site. We noticed that the vegetable species most consumed by the two sexes is *Phoenix dactylifera* (Fr = 78,64% - Fr = 53,65%). In were the site of Chetma 8 vegetable species consumed of which *Cynodon dactylon* (Fr# = 66,32% - Fr# = 62,51%), *Phoenix dactylifera* (Fr# = 63,10% - Fr# = 56,75%) and *Hordeum mirinum* (Fr# = 63,54% - Fr# = 55,20%), which are consumed are by the two sexes. Finally in the site of Z' ribet El Oued the desert locust show a food preference on *Chenopodium polyspernum* (Fr#= 85,54% - Fr# = 68,50%) and *Hordeum murinum* (Fr# = 88,47% - Fr# = 35,32%).

Key words: desert locust, morphometry, phasaire statute, diet, Biskra.

## صـخـلـم

محور هذه الدراسة يدور حول بعض الجوانب البيوبكولوجية (قياس طول الأعضاء و النمط الغذائي) للجراد الصحراوي خلال فترة الغزو التي عرفته منطقة بسكرة سنة 2004 - 2005.

يعد مطابقة و مقارنة الكسور طول الجناح العلوي على طول الفخذ (E/F) و طول الفخذ على عرض الدماغ (F/C) لعينات الجراد الصحراوي التي أخذت من مناطق الدراسة على جدول (Dirsh (1953) توصلنا إلى أن هذه العينات متجانسة و تنتمي إلى الحالة الجماعية. و لكن حينما طبقنا نفس هذه العينات على نظام قياس المقترح من طرف (Duranton et Lecoq (1990) تبين لنا أن هذه العينات غير متجانسة و تنتمي إلى عدة حالات إنفرادية و إنتقالية تجمعية و تجمعية.

كما أسخدمنا نظام تحليل المكونات الأساسية A.C.P. فبين لنا أن هذه العينات تنتمي إلى الحالة الجماعية. أما من خلال دراسة النمط الغذائي الذي قمنا به في ثلاث مواضع (طولقة و شمة و زريبة الواد) بمنطقة بسكرة تم التعرف على النبات الذي مثل الغذاء للجراد الصحراوي.

في منطقة طولقة تم التعرف على 11 صنف نبات وجد في فضلات ذكور و إناث الجراد الصحراوي و كانت أعلى نسبة للصنف *Phoenix dactylifera* (Fr♀ = 78,64% - Fr♂ = 53,65%) أما في منطقة شمة 8 أصناف نباتية مثلت غذاء ذكور و إناث الجراد الصحراوي وهي *Cynodon dactylon* (Fr♀ = 66,32% - Fr♂ = 62,51%), *Phoenix dactylifera* (Fr♀ = 63,10% - Fr♂ = 56,75%), *Hordeum murinum* (Fr♀ = 63,54% - Fr♂ = 55,20%), أخيرا في منطقة زريبة الواد كان إنتقاء من طرف الجراد الصحراوي مثل أعلى نسبة للصنفين *Hordeum murinum* (Fr♂ = 88,47% - Fr♀ = 35,32%) و *Chenopodium polyspermum* (Fr♀ = 85,54% - Fr♂ = 68,50%).

## Abréviations

**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



## 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<sup>me</sup> DOUMANDJI-MITICHE Bahiaqui 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., GUENDOZ-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 SOUICI Djamel ingénieur agro météorologue à l'ITDAS Biskra pour la fourniture des logiciels de statistique.

Mes sincères remerciements à mes chers amis : M<sup>elle</sup> SALHI A., M<sup>me</sup> 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.

---

# 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 km<sup>2</sup> 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 km<sup>2</sup>, 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<sup>e</sup> et le 18<sup>e</sup> 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 ; Nkoukaet 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, Drah, 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, Milili, Bigou, Ourlal, Ben Thious, 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 km<sup>2</sup> (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 limitée 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.

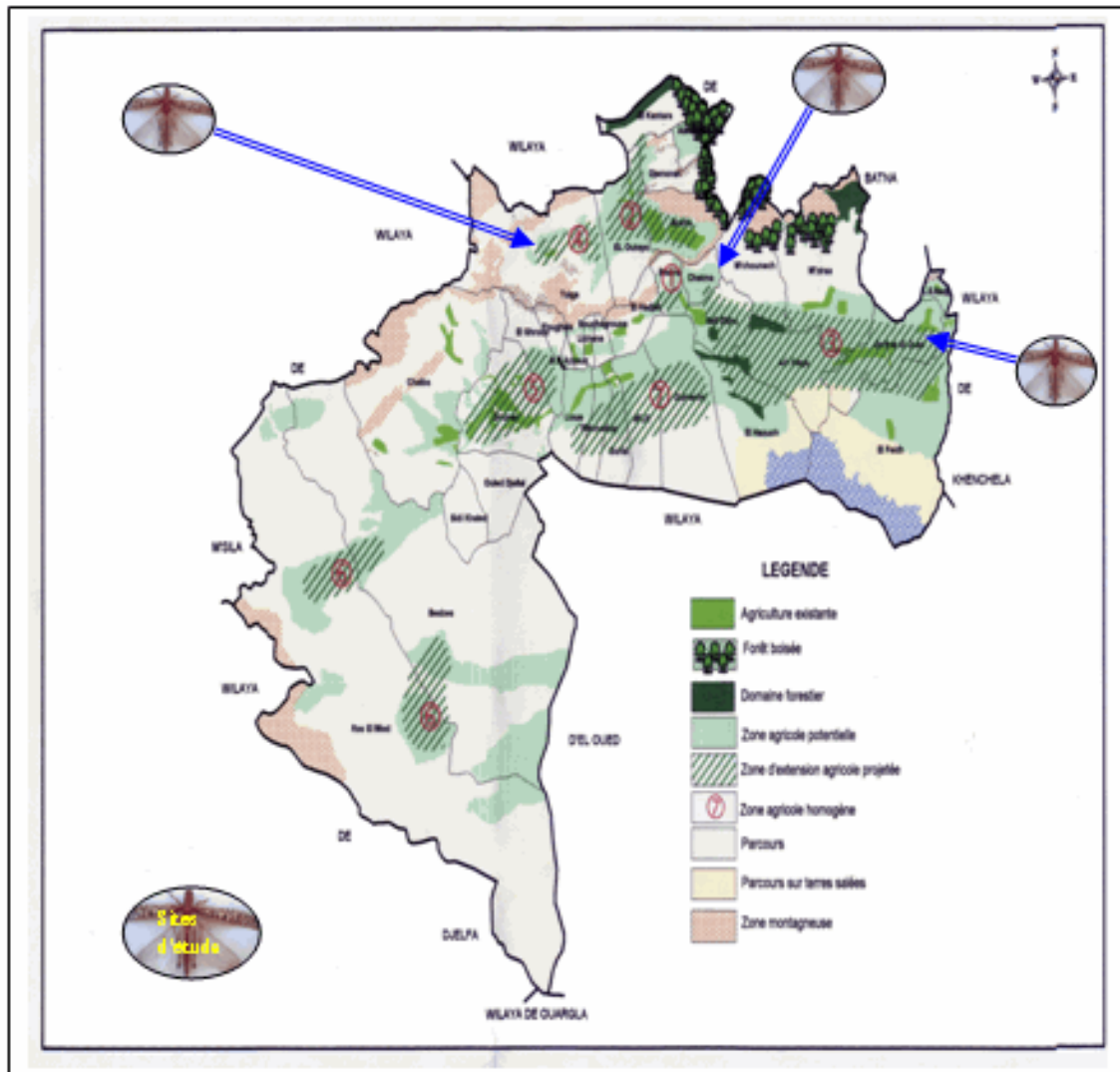


Figure 1 - La carte de la wilaya de Biskra (D.P.A.T., 2005)

## 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).

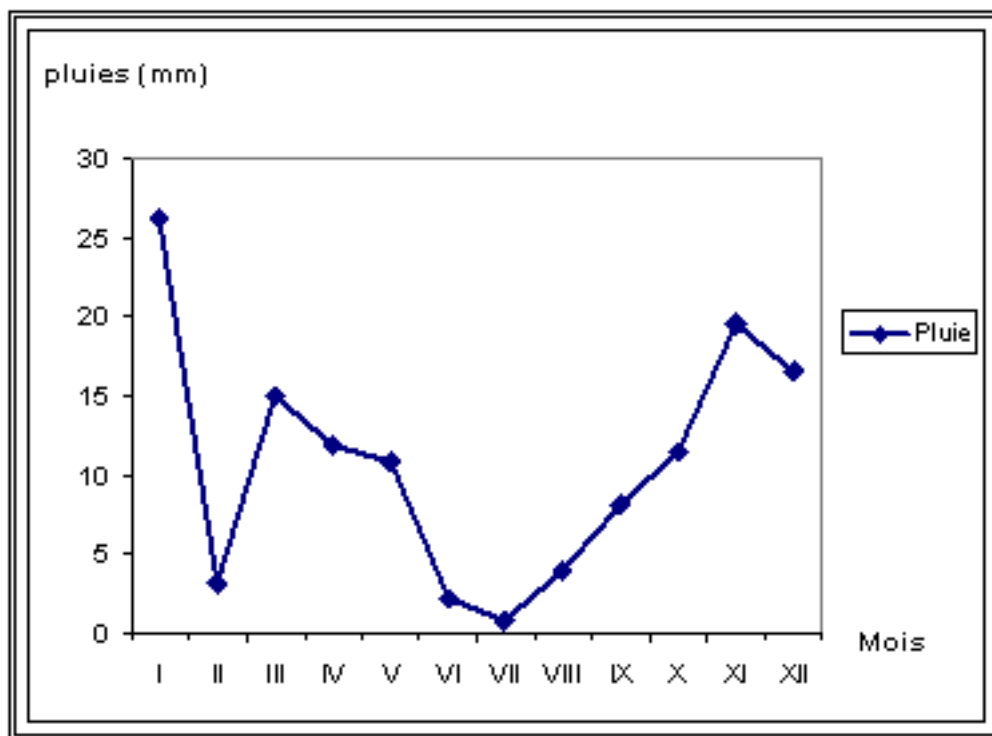


Figure 2 - Précipitations moyennes durant la période 1995 – 2005

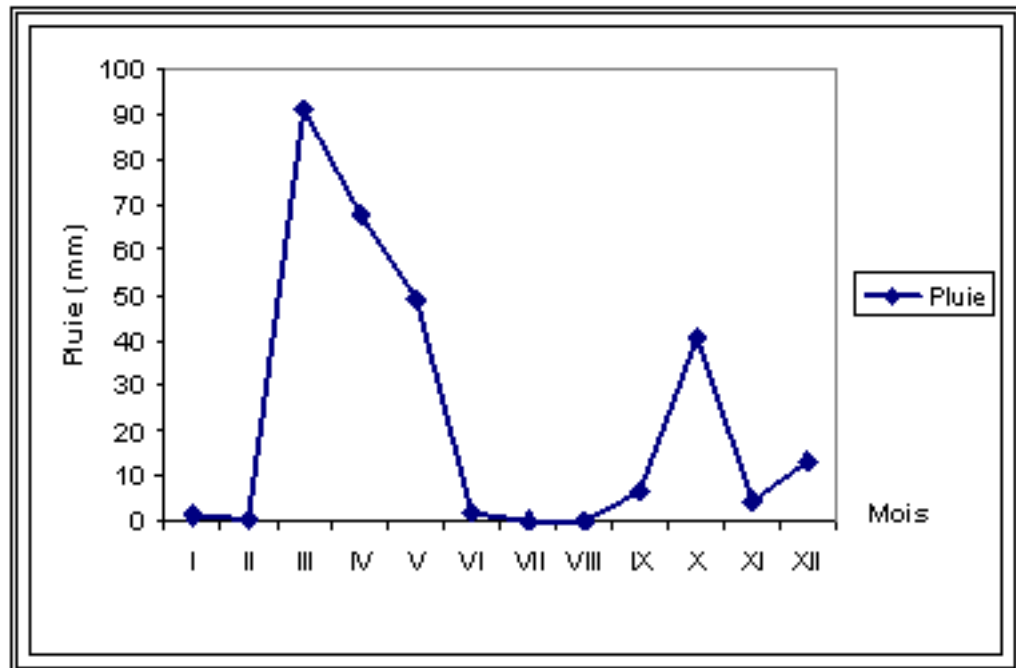


Figure 3 - Précipitations moyennes durant l'année 2004

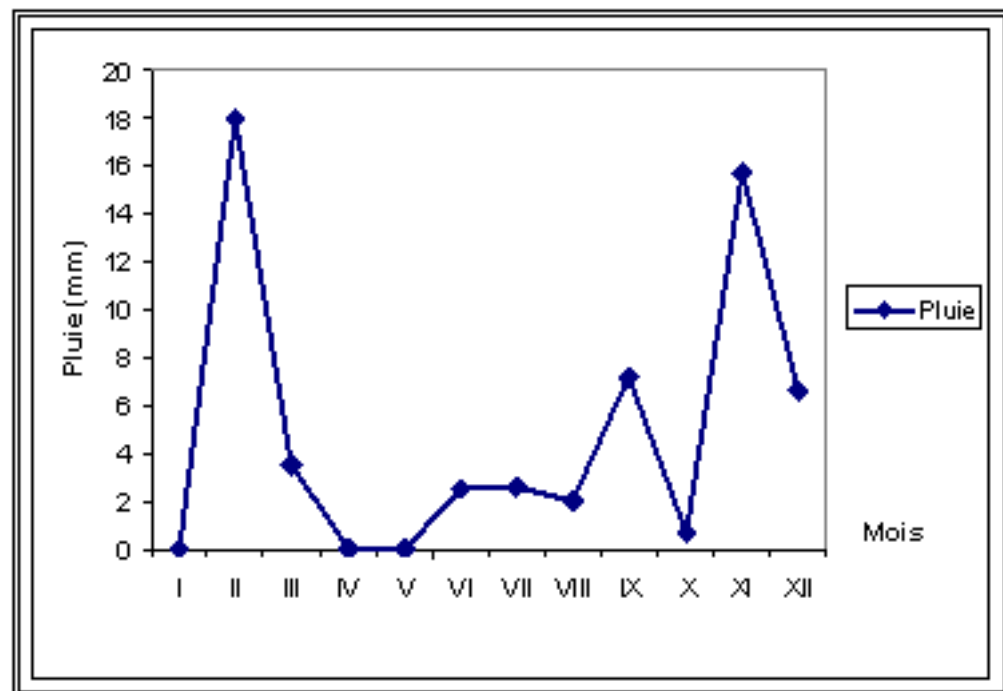


Figure 4 - Précipitations moyennes durant l'année 2005

### 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.

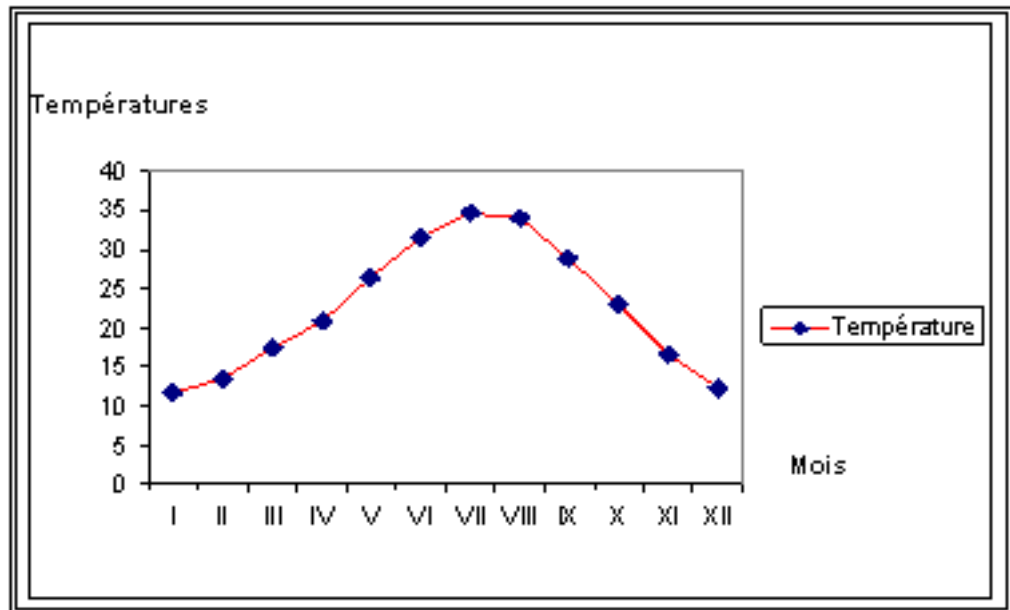


Figure 5 - Températures moyennes mensuelles de la période 1995 – 2005

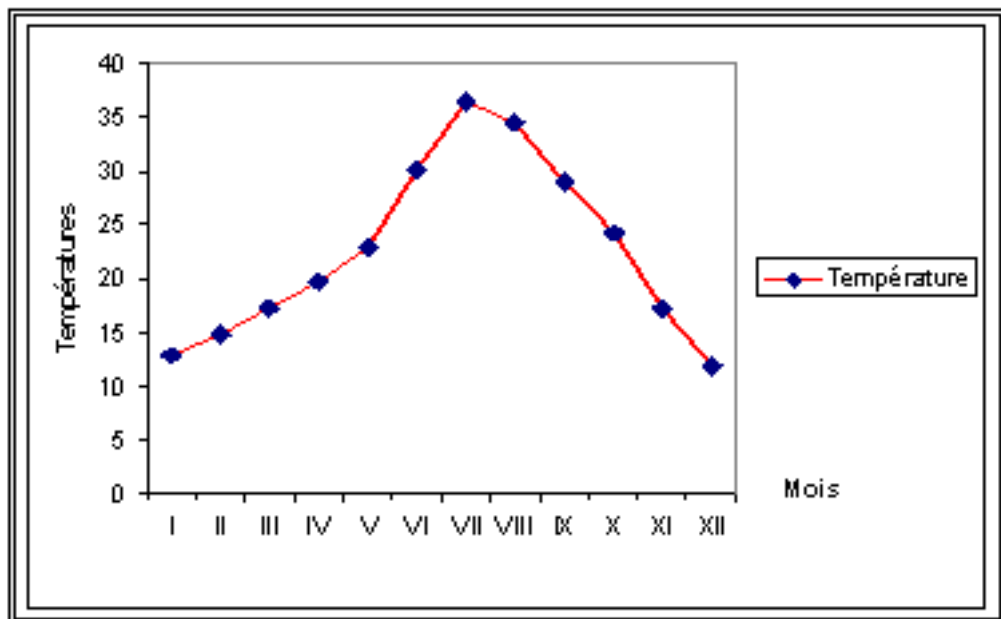


Figure 6 - Températures moyennes mensuelles de l'année 2004

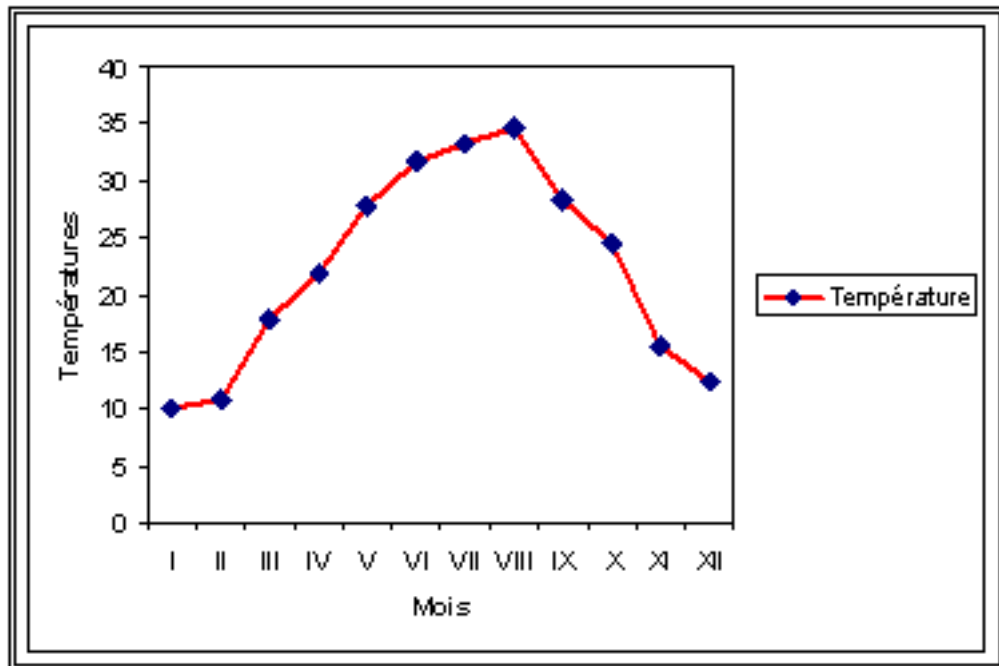


Figure 7 - Températures moyennes mensuelles de l'année 2005

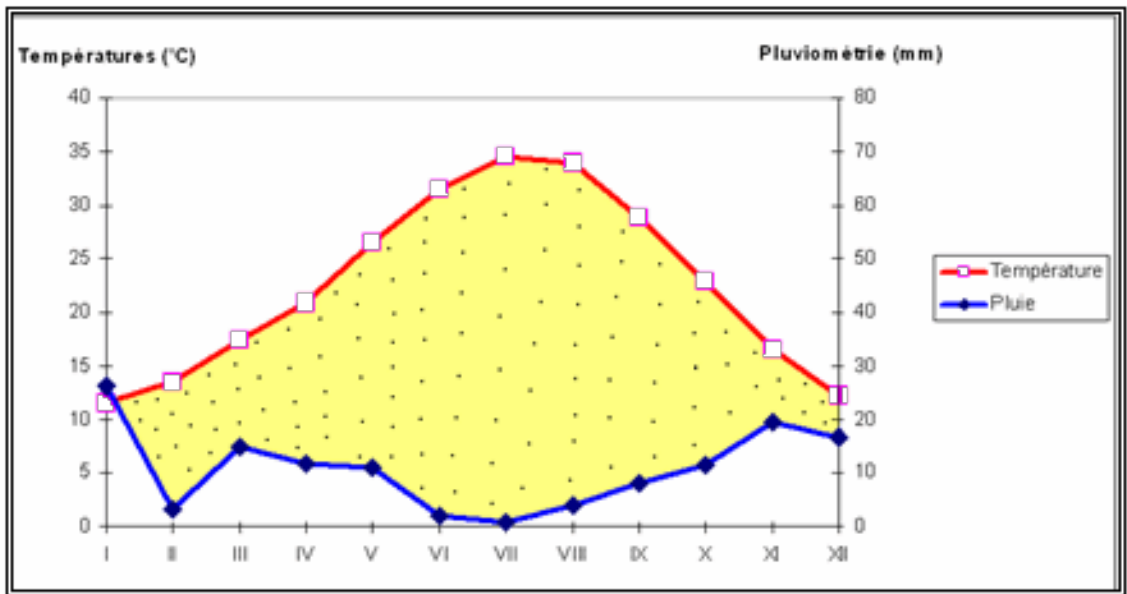
### 1.3. - Synthèse climatique de la région de Biskra

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

#### 1.3.1. - Diagramme ombrothermique

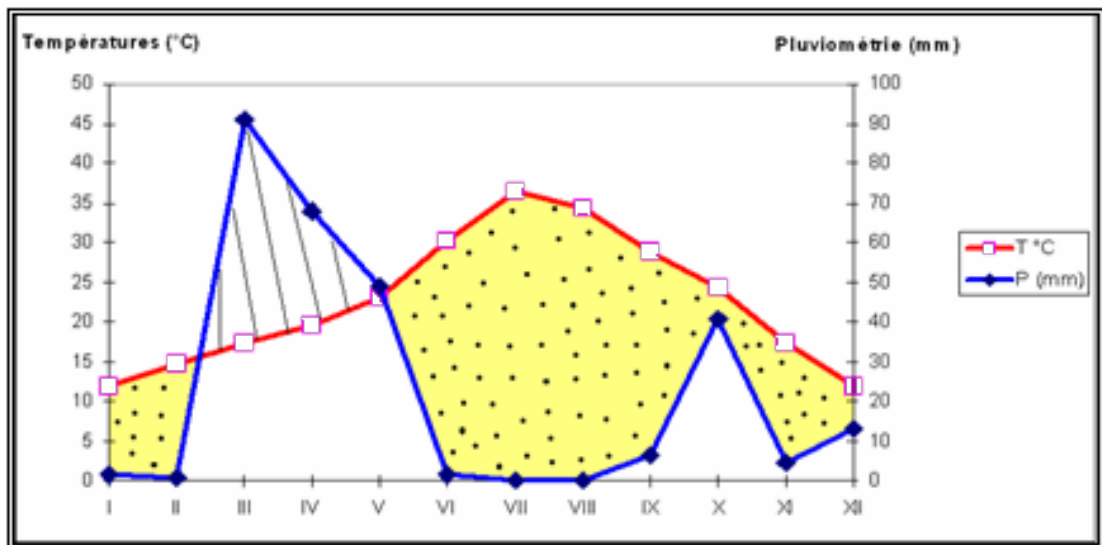
Le diagramme ombrothermique de Gausson permet de calculer la durée de la saison sèche et de la saison humide. Il tient compte de la pluviosité moyenne mensuelle et la température moyenne mensuelle qui sont portées sur des axes où l'échelle de la pluviosité est double de la température.


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 Gausson appliqué à la région de Biskra, montre que la période sèche occupe toute l'année, (Figure 8).



 Période sèche

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



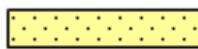
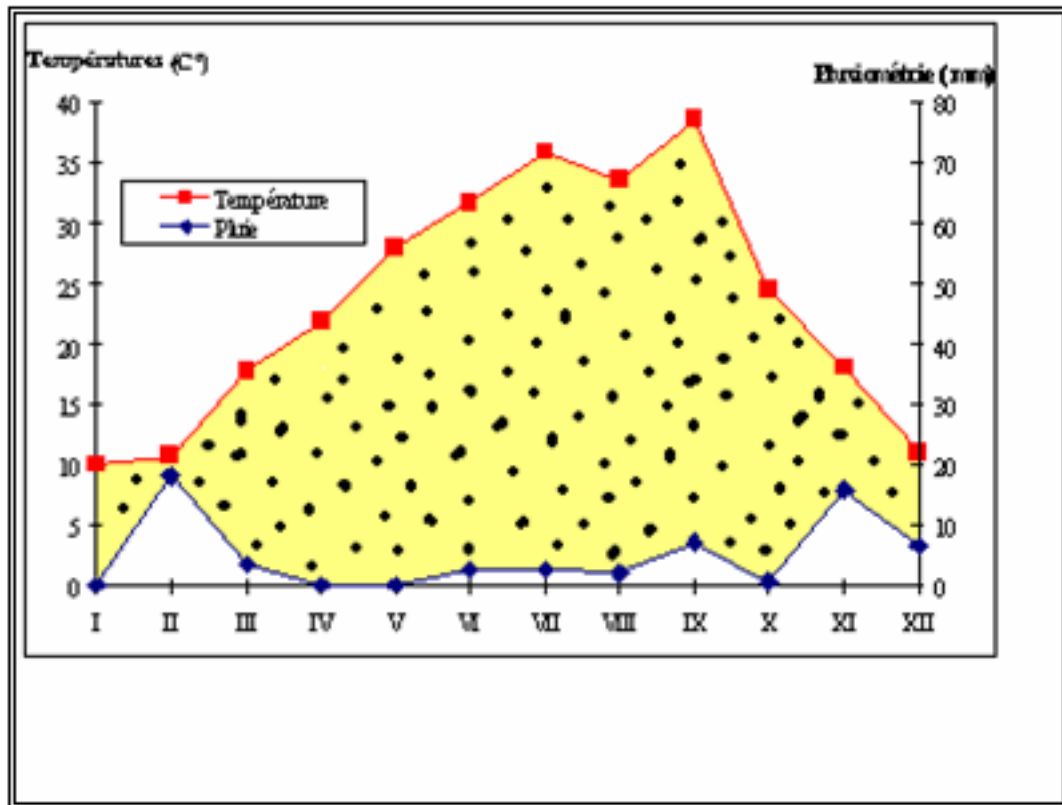
 Période sèche

Période sèche



Période humide

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



Période sèche

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

### 1.3.2. - Climagramme d'Emberger

Le quotient pluviothermique (Q<sub>2</sub>) 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<sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> | Etage                    |
|--------|--------|--------|--------|----------------|--------------------------|
| Biskra | 129,57 | 40,91  | 6,85   | 13,04          | Saharien à hiver tempéré |

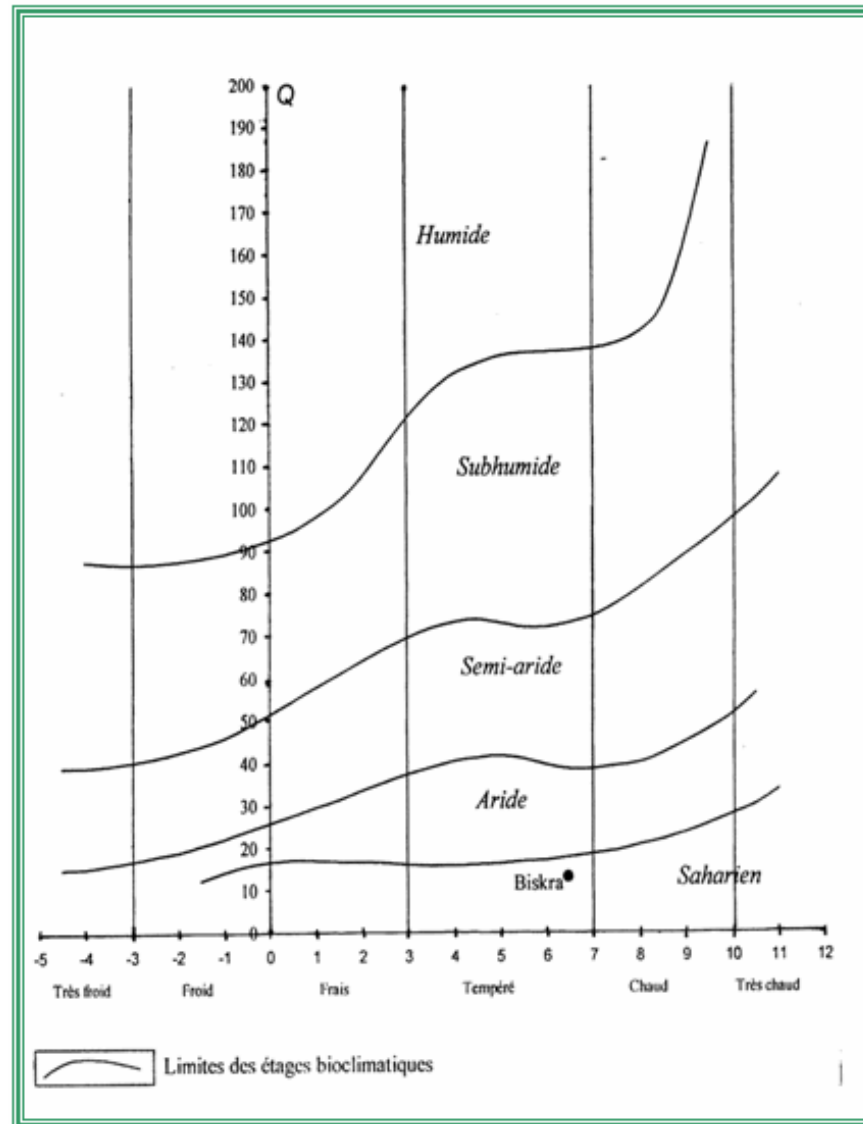


Figure 11 - Localisation de la région de Biskra sur le climagramme d'Emberger

## 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 phoeniculture 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.

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

| Ordre        | Famille       | Genre                        | Nom scientifique | Nom local          |
|--------------|---------------|------------------------------|------------------|--------------------|
| Diptères     | Muscidae      | <i>Musca domestica</i>       | Musca            | la mouche          |
|              |               | <i>Musca autumnalis</i>      | Musca            | la mouche          |
|              |               | <i>Musca sorbens</i>         | Musca            | la mouche          |
|              |               | <i>Musca domestica</i>       | Musca            | la mouche          |
|              |               | <i>Musca domestica</i>       | Musca            | la mouche          |
|              |               | <i>Musca domestica</i>       | Musca            | la mouche          |
|              |               | <i>Musca domestica</i>       | Musca            | la mouche          |
|              |               | <i>Musca domestica</i>       | Musca            | la mouche          |
|              |               | <i>Musca domestica</i>       | Musca            | la mouche          |
|              |               | <i>Musca domestica</i>       | Musca            | la mouche          |
| Lépidoptères | Noctuidae     | <i>Agrotis ypsilon</i>       | Agrotis          | le ver à soie      |
|              |               | <i>Agrotis ypsilon</i>       | Agrotis          | le ver à soie      |
|              |               | <i>Agrotis ypsilon</i>       | Agrotis          | le ver à soie      |
|              |               | <i>Agrotis ypsilon</i>       | Agrotis          | le ver à soie      |
|              |               | <i>Agrotis ypsilon</i>       | Agrotis          | le ver à soie      |
|              |               | <i>Agrotis ypsilon</i>       | Agrotis          | le ver à soie      |
|              |               | <i>Agrotis ypsilon</i>       | Agrotis          | le ver à soie      |
|              |               | <i>Agrotis ypsilon</i>       | Agrotis          | le ver à soie      |
|              |               | <i>Agrotis ypsilon</i>       | Agrotis          | le ver à soie      |
|              |               | <i>Agrotis ypsilon</i>       | Agrotis          | le ver à soie      |
| Hyménoptères | Formicidae    | <i>Formica ruginodis</i>     | Formica          | la fourmi          |
|              |               | <i>Formica ruginodis</i>     | Formica          | la fourmi          |
|              |               | <i>Formica ruginodis</i>     | Formica          | la fourmi          |
|              |               | <i>Formica ruginodis</i>     | Formica          | la fourmi          |
|              |               | <i>Formica ruginodis</i>     | Formica          | la fourmi          |
|              |               | <i>Formica ruginodis</i>     | Formica          | la fourmi          |
|              |               | <i>Formica ruginodis</i>     | Formica          | la fourmi          |
|              |               | <i>Formica ruginodis</i>     | Formica          | la fourmi          |
|              |               | <i>Formica ruginodis</i>     | Formica          | la fourmi          |
|              |               | <i>Formica ruginodis</i>     | Formica          | la fourmi          |
| Coléoptères  | Curculionidae | <i>Curculio scaberrimus</i>  | Curculio         | le charançon       |
|              |               | <i>Curculio scaberrimus</i>  | Curculio         | le charançon       |
|              |               | <i>Curculio scaberrimus</i>  | Curculio         | le charançon       |
|              |               | <i>Curculio scaberrimus</i>  | Curculio         | le charançon       |
|              |               | <i>Curculio scaberrimus</i>  | Curculio         | le charançon       |
|              |               | <i>Curculio scaberrimus</i>  | Curculio         | le charançon       |
|              |               | <i>Curculio scaberrimus</i>  | Curculio         | le charançon       |
|              |               | <i>Curculio scaberrimus</i>  | Curculio         | le charançon       |
|              |               | <i>Curculio scaberrimus</i>  | Curculio         | le charançon       |
|              |               | <i>Curculio scaberrimus</i>  | Curculio         | le charançon       |
| Orthoptères  | Acrididae     | <i>Schistocerca gregaria</i> | Schistocerca     | le criquet pèlerin |
|              |               | <i>Schistocerca gregaria</i> | Schistocerca     | le criquet pèlerin |
|              |               | <i>Schistocerca gregaria</i> | Schistocerca     | le criquet pèlerin |
|              |               | <i>Schistocerca gregaria</i> | Schistocerca     | le criquet pèlerin |
|              |               | <i>Schistocerca gregaria</i> | Schistocerca     | le criquet pèlerin |
|              |               | <i>Schistocerca gregaria</i> | Schistocerca     | le criquet pèlerin |
|              |               | <i>Schistocerca gregaria</i> | Schistocerca     | le criquet pèlerin |
|              |               | <i>Schistocerca gregaria</i> | Schistocerca     | le criquet pèlerin |
|              |               | <i>Schistocerca gregaria</i> | Schistocerca     | le criquet pèlerin |
|              |               | <i>Schistocerca gregaria</i> | Schistocerca     | le criquet pèlerin |

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

**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).



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

| 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>Orthetrum ramburii</i> (Burmeister, 1839)     |
|  | <i>Anax parthenope</i> (Selys, 1839)             |
| Blattoptera  | <i>Periplaneta americana</i> (Linné, 1758)       |
| Mantoptera   | <i>Amblythopsis 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> (Sanssüre, 1884)  |
|  | <i>Omocestus lucasi</i> (Brisout, 1850)          |
|  | <i>Aiolopus strepens</i> (Latreille, 1804)       |
|  | <i>Aiolopus thalassinus</i> (Fabricius, 1871)    |
|  | <i>Aiolopus 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>Orchilidia tibialis</i> (Fieber, 1853)        |
|  | <i>Thisoicetrus annulosus</i> (Walker, 1870)     |
|  | <i>Thisoicetrus sp.</i> (Brunner, 1893)          |
| <i>Tropidopola cylindrica</i> (Marshal, 1835)        |  |
| <i>Acrotylus patruelis</i> (Herrich-Schaeffer, 1838) |  |
| Dermoptera   | <i>Labidura riparia</i> (Pallas, 1773)           |

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

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

| Familles  | Espèces   |
|-----------|---|
| Acrididae | <i>Aiolopus thalassinus</i> (Fabricius, 1781)       |
|           | <i>Aiolopus strepens</i> (Latreille, 1804)          |
|           | <i>Duroniella lucasti</i> (Bolivar, 1881)           |
|           | <i>Acrotylus patruelis</i> (Hemich-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 caeruleascens</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)             |

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

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 palmes du palmier, *Apate monachus* (Fabricius, 1775)(Bensalah, 2000a, b), *Parlatoria blanchardi* Targioni-Tozzetti, 1868 (Salhi, 2000), *Ectomyeloides 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'*Ectomyeloides 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 grégariaptés (qui ne forment jamais des essaims) est sauteriaux. Les espèces grégariaptés 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 grégariaptés : *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* Stal, 1873 est représenté par une trentaine d'espèces,

D'après Song (2004b, 2006), *Schistocerca* Stal 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* (Forsk., 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), Latchinsky 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 (Latchinsky 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 (Latchinsky 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, (Latchinsky 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).



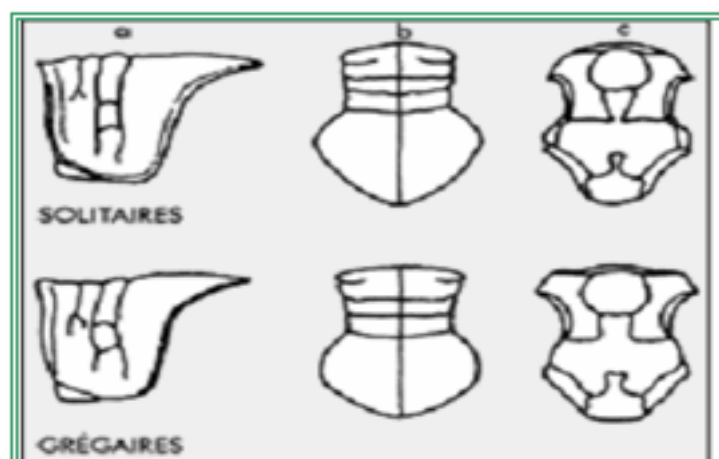
**Figure 12** - Adulte d'un criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskal, 1775). (Originale)

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.



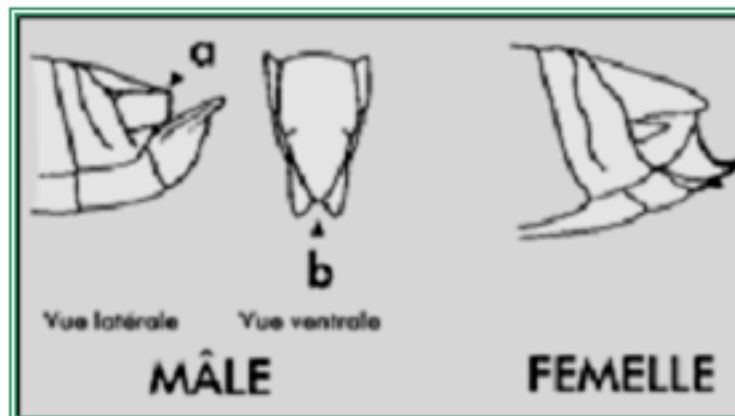
**Figure 13**— Principales différences morphologiques entre les phases solitaire et grégaire types du Criquet pèlerin (d'après Dirsh, 1953).in Duranton et Lecoq. 1990  
A: pronotum en vue latérale ; b: pronotum en vue dorsale ; c : thorax en vue ventrale.

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



**Figure 14.** – Deux ailés immatures en phase grégaire (Originale)

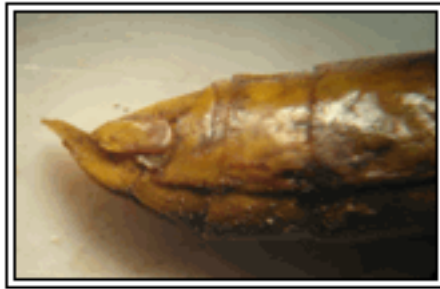
Les cerques mâles sont courts, rectangulaires et la plaque sous-génitale est incisée (Fig. 15a, 15b).



**Figure 15a** — Extrémités abdominales mâle et femelle ducricquet 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).

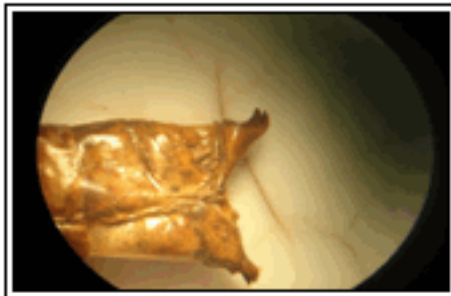
Chez les femelles (Fig. 15a, 15c), nous notons deux paires de valves courtes scléritinisées à l'apex.



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 grégarisation 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 (oeufs, larves et imagos) (Fig 17).



Originale

**Figure 17 - Les différents stades larvaires et imaginaires 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 grégariptes, 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 retentit 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).

| Familles       | Espèces                     |
|----------------|-----------------------------|
| Areacées       | <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>  |

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

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.

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> |
| Arecacées  | <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.

| 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>Orchilidia 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>                                |
|              | Pyrgomorphidae | <i>Pyrgomorpha cognata</i> ((Uvarov, 1943)            |
| Ensifères    | Tettigoniidae  | <i>Decticus albifrons</i> (Fabricius, 1775)           |

**Tableau 10 - Espèces orthoptérologiques du site de Chetma**

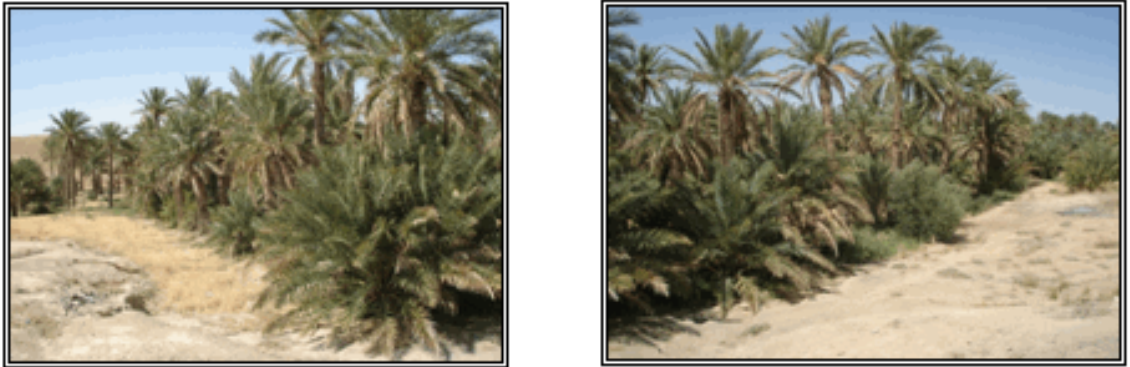
Les espèces collectées du site de Chetma sont en nombre de 16 espèces, montrant une importance quantitative des espèces orthoptérologiques, dans ce site qui présente une importante gamme floristique, ainsi qu'un important microclimat favorable créé par l'oasis.

**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.

| 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<br>(Salsolacées) | <i>Atriplex halimus</i>        |
|                                 | <i>Chenopodium polyspermum</i> |
|                                 | <i>Hamada scoparia</i>         |
|                                 | <i>Salsola fetida</i>          |
|                                 | <i>Suaeda fruticosa</i>        |
| Palmacées (Arecacées)           | <i>Phoenix dactylifera</i>     |

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

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.

| 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</i> sp                         |
|              |                | <i>Ochridia gracilis</i> (Krauss, 1902)      |
|              |                | <i>Omocestus lucasi</i>                      |
|              |                | <i>Truxalis nasuta</i> (Linné, 1758)         |
|              |                | <i>Schistocerca gregaria</i> (Forskal, 1775) |
|              |                | <i>Sphingonotus vosseleri</i> (Krauss, 1902) |
|              |                | <i>Sphingonotus rubescens</i> (Walker, 1870) |
|              | Pyrgomorphidae | <i>Pyrgomorpha cognata</i> (Uvarov, 1943)    |

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

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.

| Familles       | Espèces                        |
|----------------|--------------------------------|
| Àrecacées      | <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>     |
| convulvulacées | <i>Convolvulus arvensis</i>    |
| Boraginacées   | <i>Erodium triangulare</i>     |
| Papillonacées  | <i>Melilotus indica</i>        |

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

| Sous – ordre           | Famille        | 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 wattenwilianus</i> (Pantel, 1896)   |
|                        |                | <i>Euryparyphes quadridentatus</i>                 |
|                        |                | <i>Heteracris</i> sp                               |
|                        |                | <i>Heteracris harterti</i> (Bilivard, 1913)        |
|                        |                | <i>Ochrihidia gracilis</i> (Salfi, 1931)           |
|                        |                | <i>Ochrihidia</i> (Stal, 1873)                     |
|                        |                | <i>Omocestus lucasi</i>                            |
|                        |                | <i>Truxalis nasuta</i> (Linne 1758)                |
|                        |                | <i>Schistocerca gregaria</i> (Forskal, 1775)       |
|                        |                | <i>Sphingonotus vosseleri</i>                      |
|                        |                | <i>Sphingonotus rubescens</i>                      |
| <i>Sphingonotus</i> sp |                |  |
|                        | Pyrgomorphidae | <i>Pyrgomorpha cognata</i> (Kraus, 1877)           |
| Ensifères              | Tettigonidae   | <i>Decticus albifrons</i> (Fabricius, 1775)        |

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

**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 Simpson, 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).

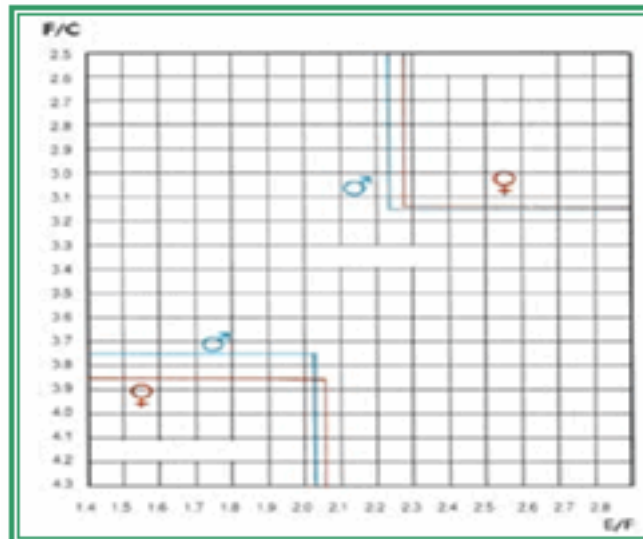
| Indices | Solitaires  |             | Transiens   |             | Grégaires   |             |
|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|         | Mâles       | Femelles    | Mâles       | Femelles    | Mâles       | Femelles    |
| E/F     | 1,99 - 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 |

Tableau 15 – Tableau de référence de Dirsh (1953)

### 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. gregaria*, 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 essaims 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).

#### **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 fèces 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 est 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**

---

#### **3.3.3.1. - 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.

##### **3.3.3.1.1. - Principe**

---

Le principe de cette méthode consiste à calculer le pourcentage des végétaux présents dans les fèces selon à 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.

| 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 |                 |

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

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±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±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).

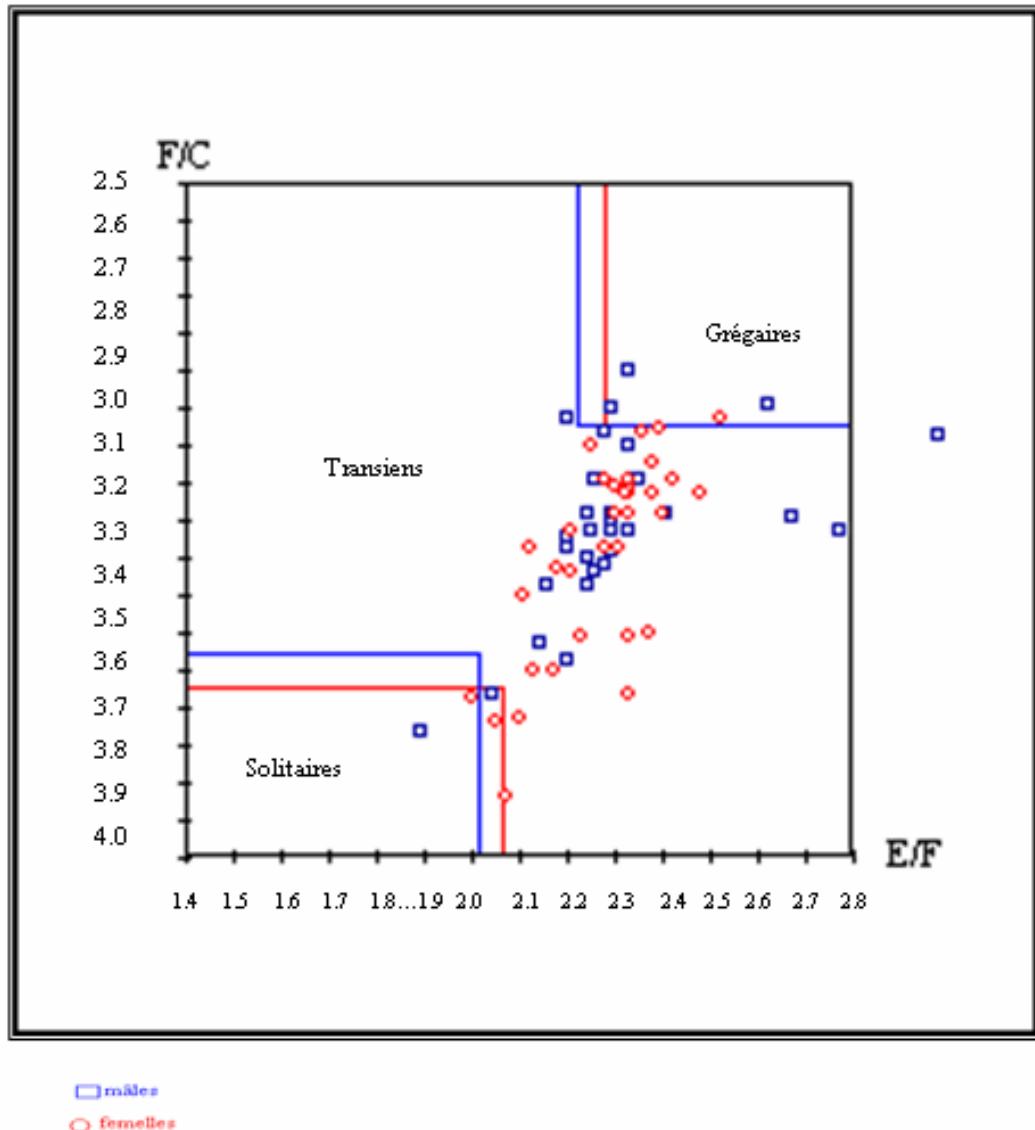


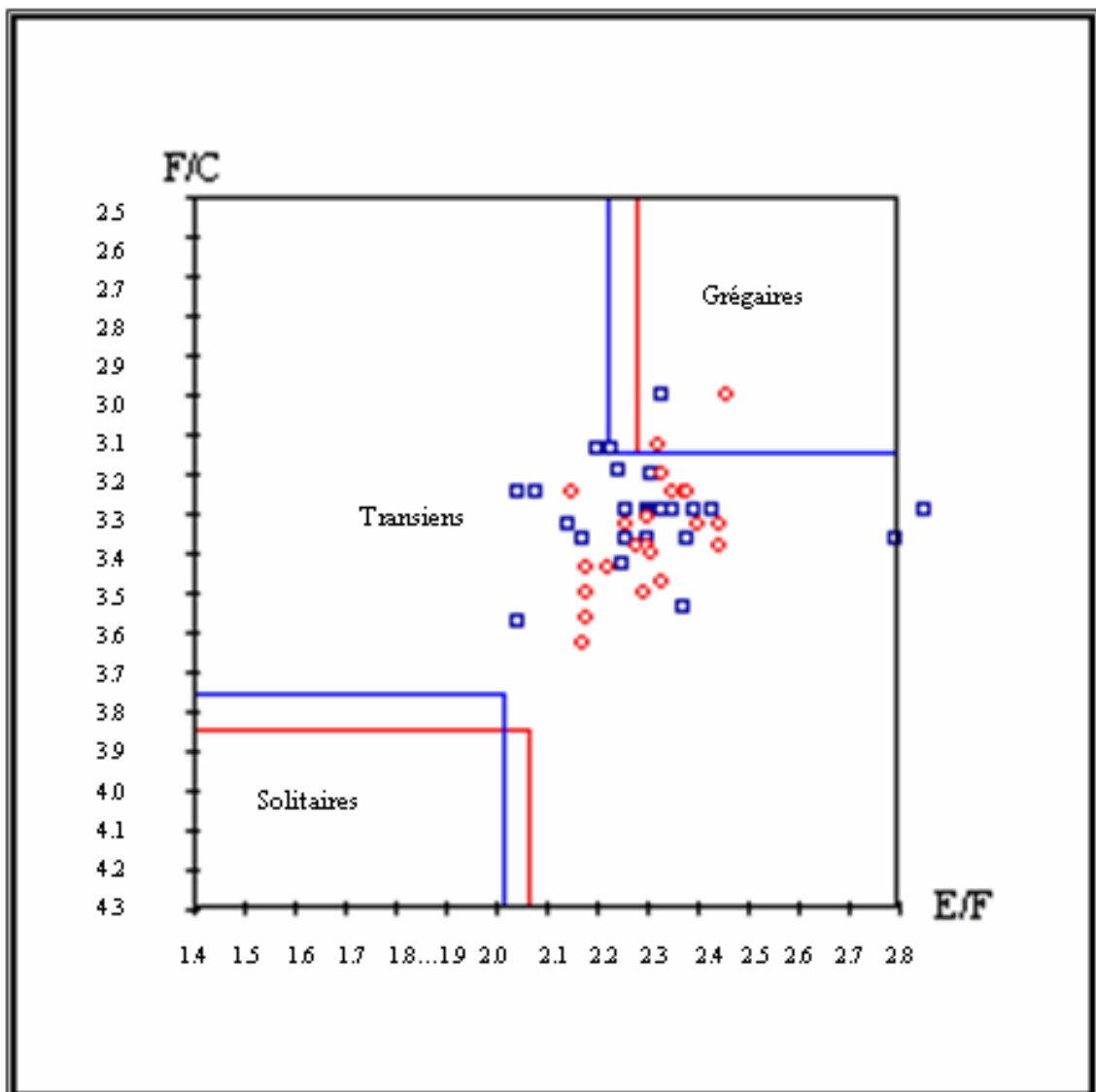
Figure 24 - Abaque morphométrique des rapports  $E/F$  et  $F/C$  des mâles et des femelles de *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) du site de Tolga 6/V/ 2004

#### 4.1.1.2. – Chetma

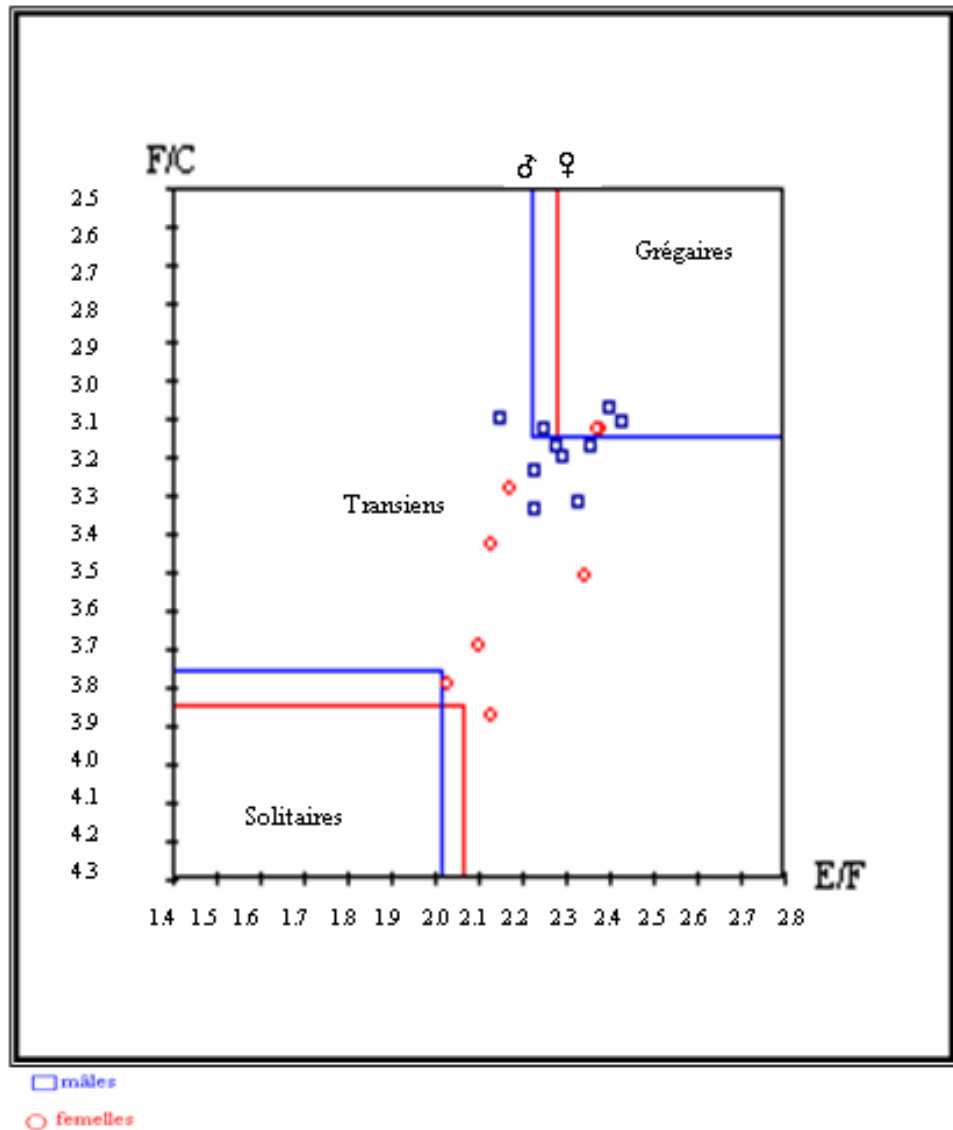
Les moyennes des rapports E/F et F/C des individus de *S. gregaria* capturés dans le site de chetma durant les deux périodes du 14/V/2004 et 30/VI/2004 sont représentés dans le tableau 17.

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* (Forsk., 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.



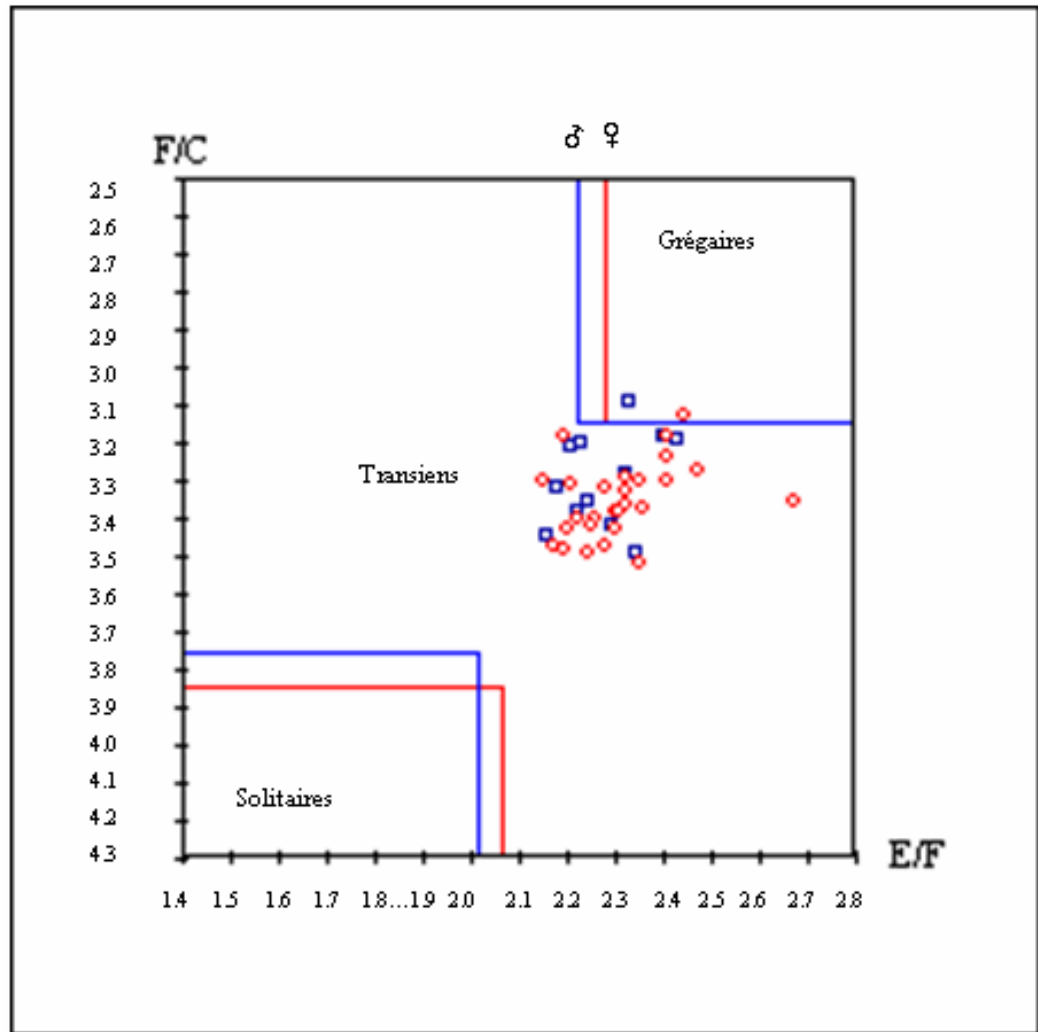
| Site            | Dates      | Sexes         | Rapport    |           | Statut phasaire |
|-----------------|------------|---------------|------------|-----------|-----------------|
|                 |            |               | E/F        | F/C       |                 |
| Z'ribet El Oued | 24/II/2005 | 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  |                 |

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

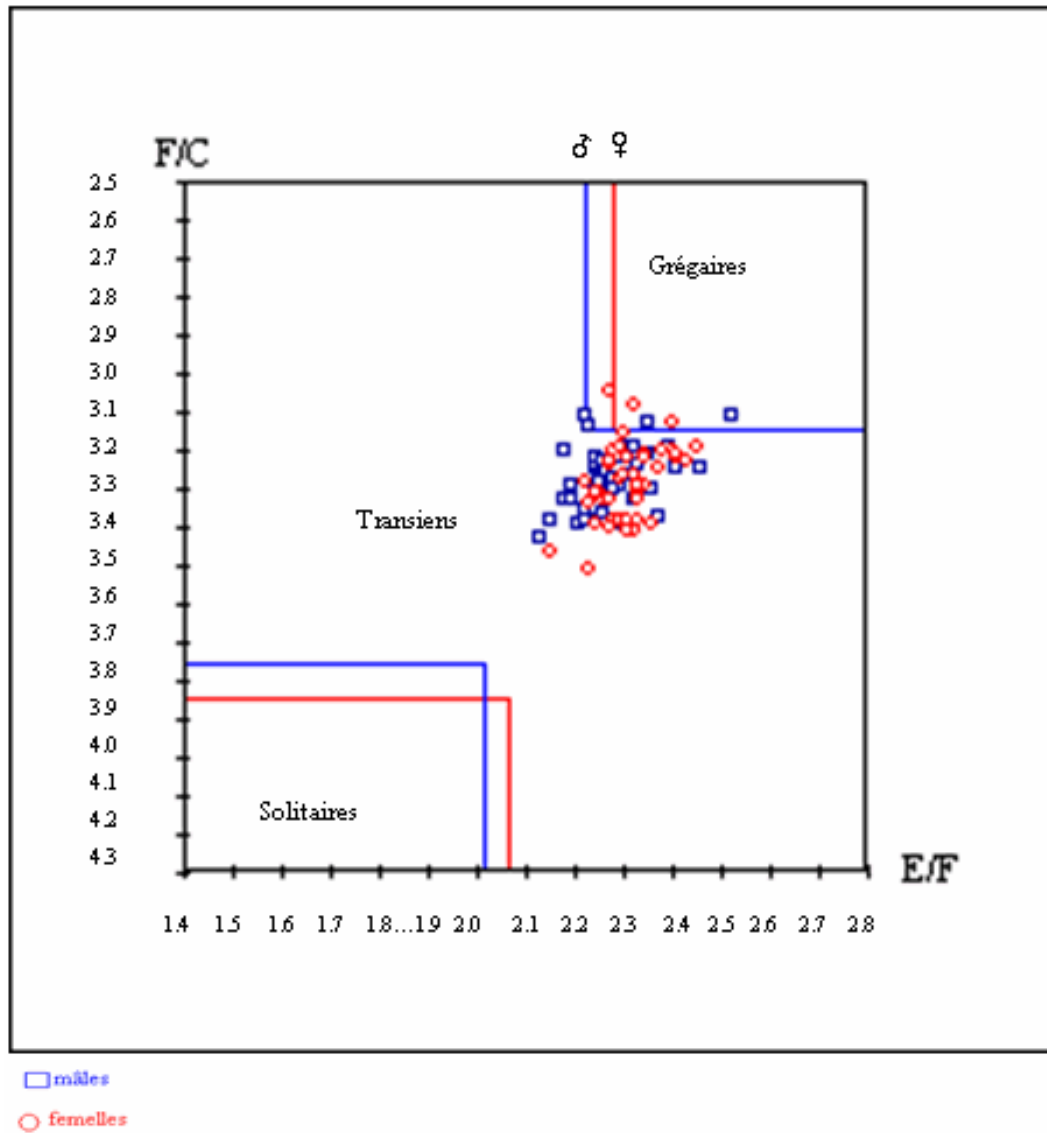
D'après la comparaison des rapports morphométriques des mâles (E/F = 2,29 – F/C = 3,28 du 24/II/2005, E/F = 2,28 – F/C = 3,30 du 27/II/ 2005, E/F = 2,24 – F/C = 3,48 du 17/V/2005 et E/F = 2,30 – F/C = 3,43 du 21/V/2005) (Tab.18) et ceux des femelles (E/F = 2,31 – F/C = 3,28 du 24/II/2005, E/F = 2,31 – 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-degréans, et grégaires (Fig. 26c).

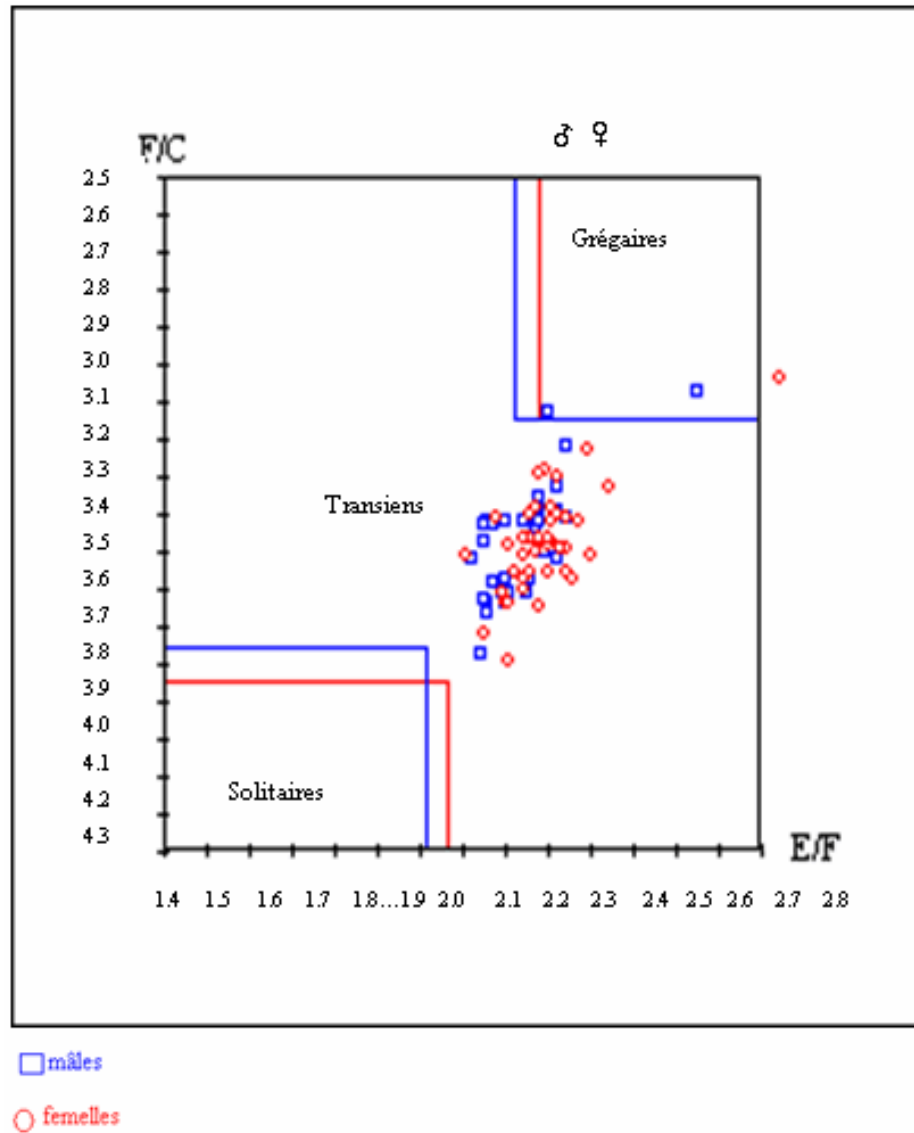
Enfin la population du 21/V/2005 composée uniquement par des mâles sont en majorité transiens ou transiens–congrégans (Fig. 26d).



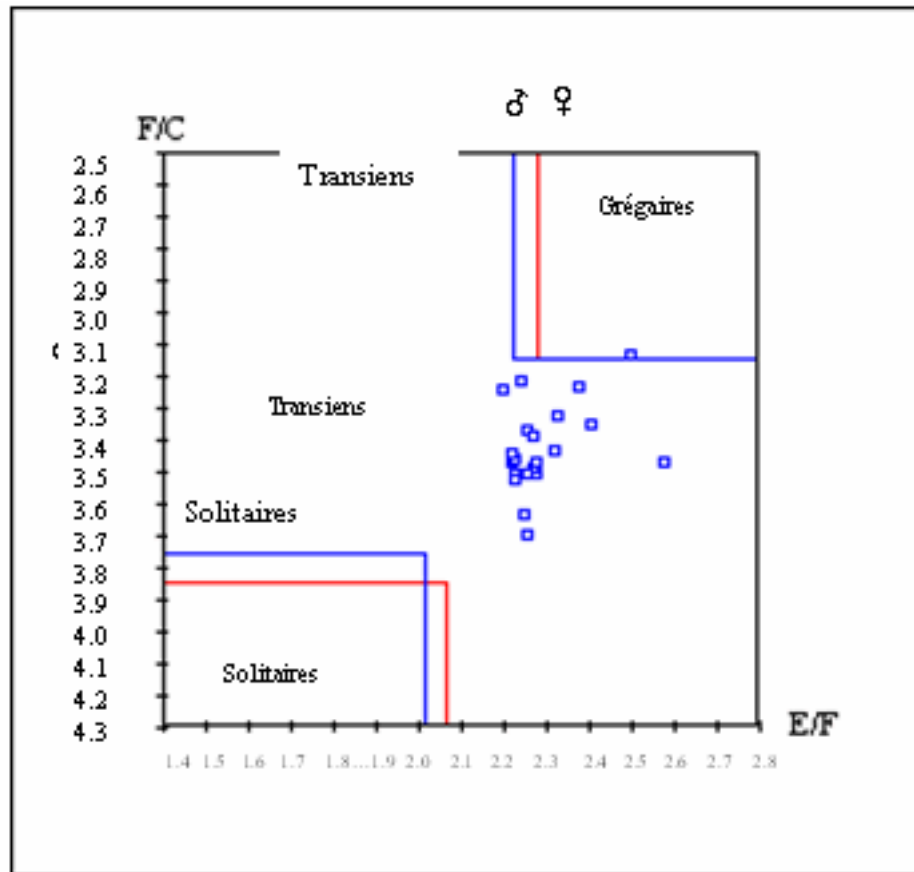
**Figure 26a** - Abaque morphométrique des rapports E/F et F/C des mâles et des femelles de *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775), du site de Z'ribet El Oued 24/II/2005



**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



**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* (Forskal, 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.

| 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'rbet<br>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   |             |             |

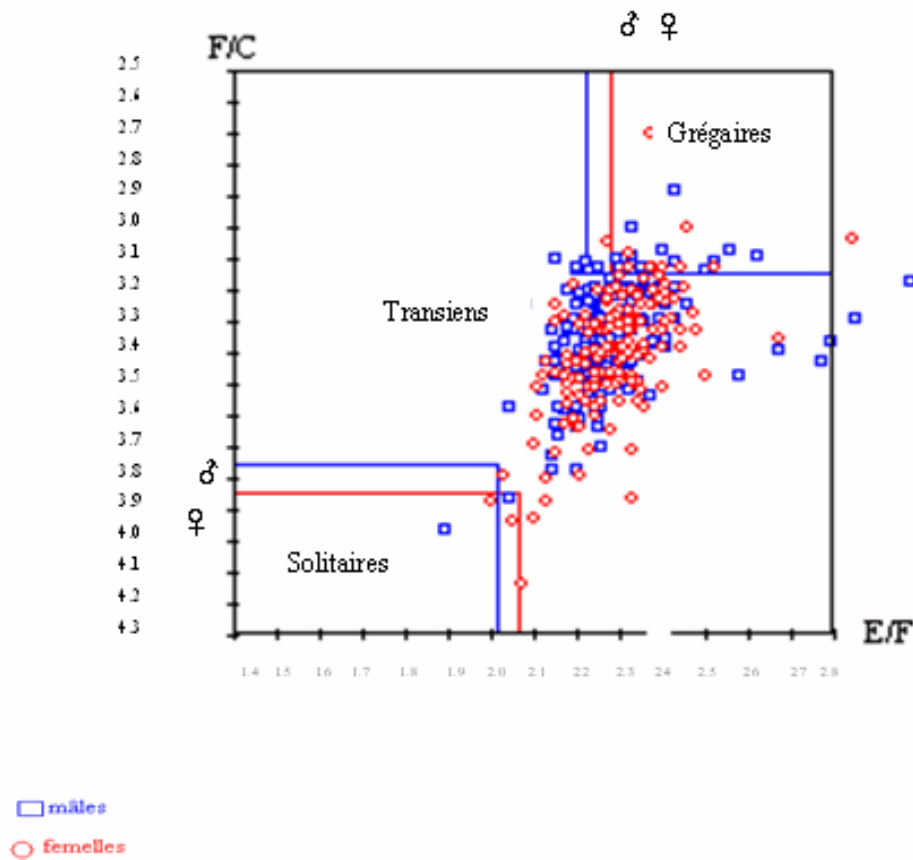
**Tableau 19** - Moyennes des rapports morphométriques des mâles et des femelles de *Schistocerca gregaria* dans la région de Biskra lors de l'invasion 2004 / 2005

| Région | 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        |

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

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<sup>®</sup>).

##### 4.1.2.1. – Statistique élémentaire

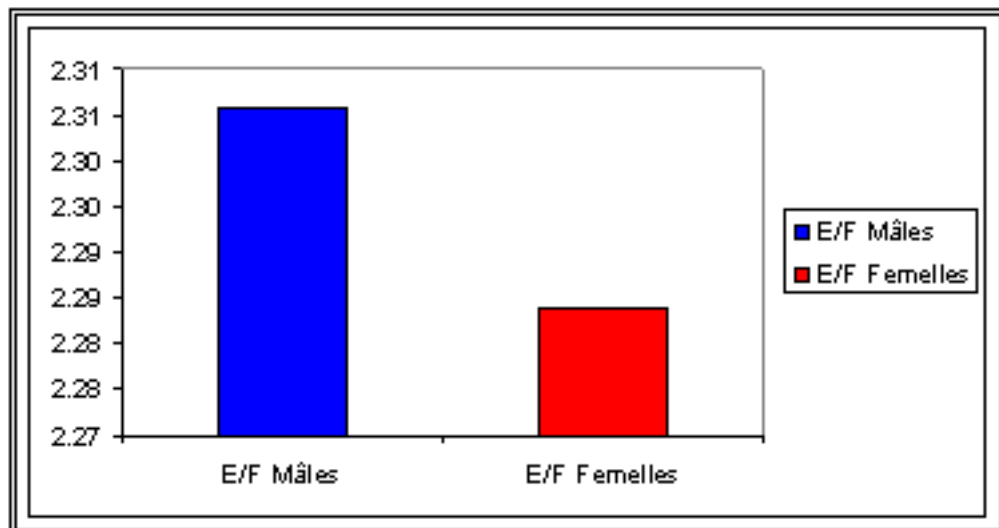
Les résultats des analyses statistiques des mesures morphométriques sont portés dans le tableau 21.

**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 |
|------------|-----|---------|-------|---------|---------|----------|------------|--------|
| <b>E</b>   | 359 | 57,67   | 21,32 | 47,20   | 69,00   | 16,33    | 4,04       | 0,21   |
| <b>F</b>   | 359 | 25,21   | 91,00 | 21,00   | 31,50   | 2,90     | 1,70       | 0,09   |
| <b>C</b>   | 359 | 7,48    | 27,10 | 6,10    | 10,00   | 0,22     | 0,47       | 0,02   |
| <b>E/F</b> | 359 | 2,29    | 82,02 | 1,89    | 2,98    | 0,01     | 0,12       | 0,006  |
| <b>F/C</b> | 359 | 3,37    | 12,65 | 2,70    | 4,14    | 0,03     | 0,18       | 0,009  |

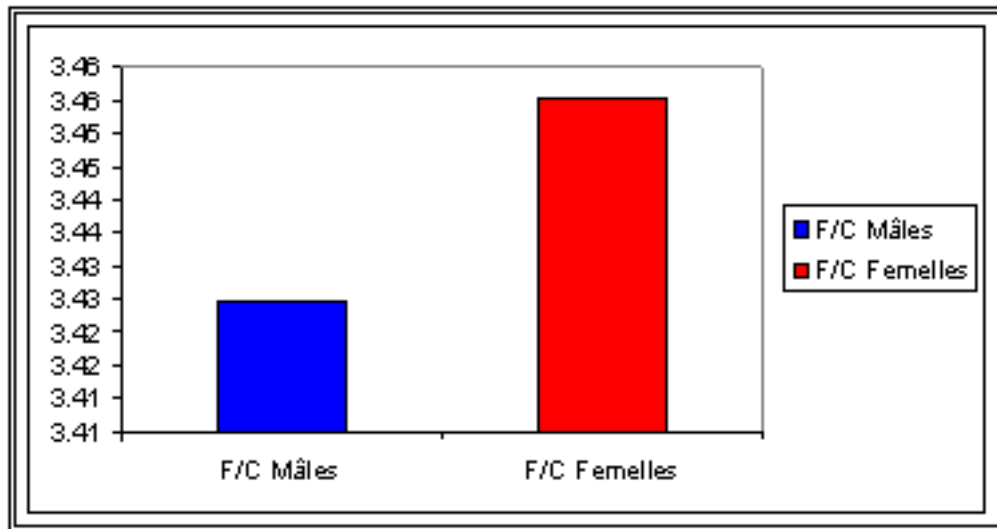
**F**: longueur fémur (mm) – **E** : longueur élytre (mm) – **C** : largeur capsule céphalique (mm) – **E/F**: rapport élytre sur fémur – **F/C** : rapport fémur sur capsule céphalique.

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.

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

**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).

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.

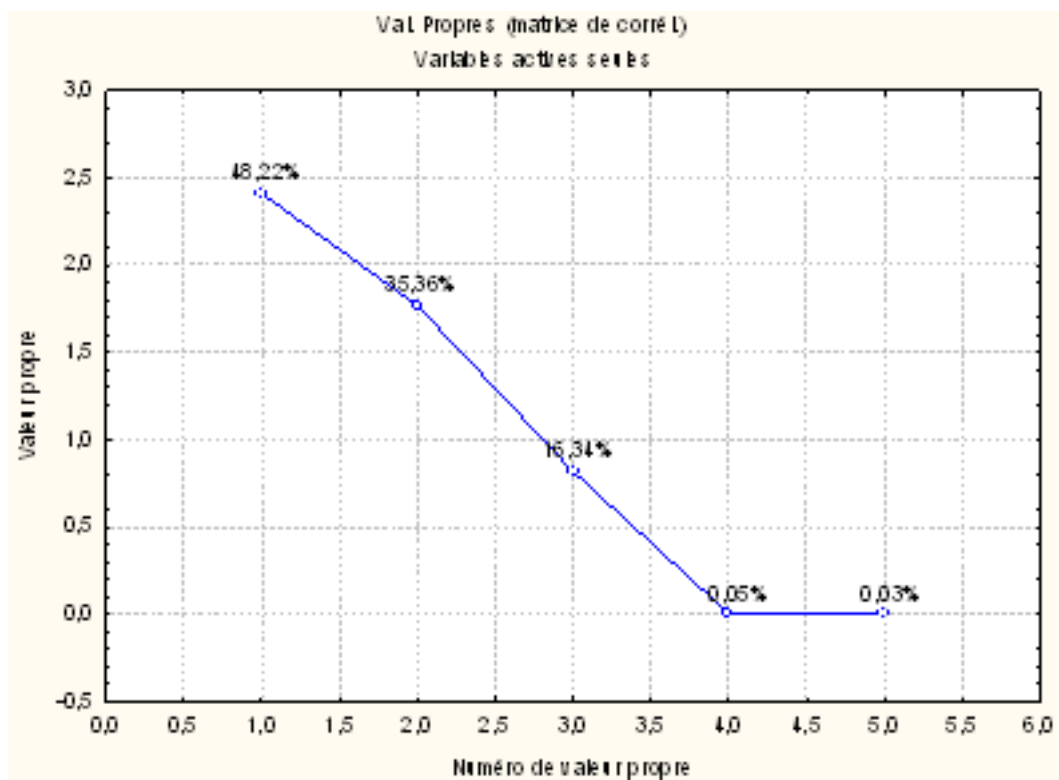
Le rejet de l'hypothèse nulle au seuil ( $\alpha = 0,050$ ).

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**

| Variabes | Pourcentage |
|----------|-------------|
| E        | 48,22       |
| F        | 35,36       |
| C        | 16,34       |
| E/F      | 0,05        |
| F/C      | 0,03        |



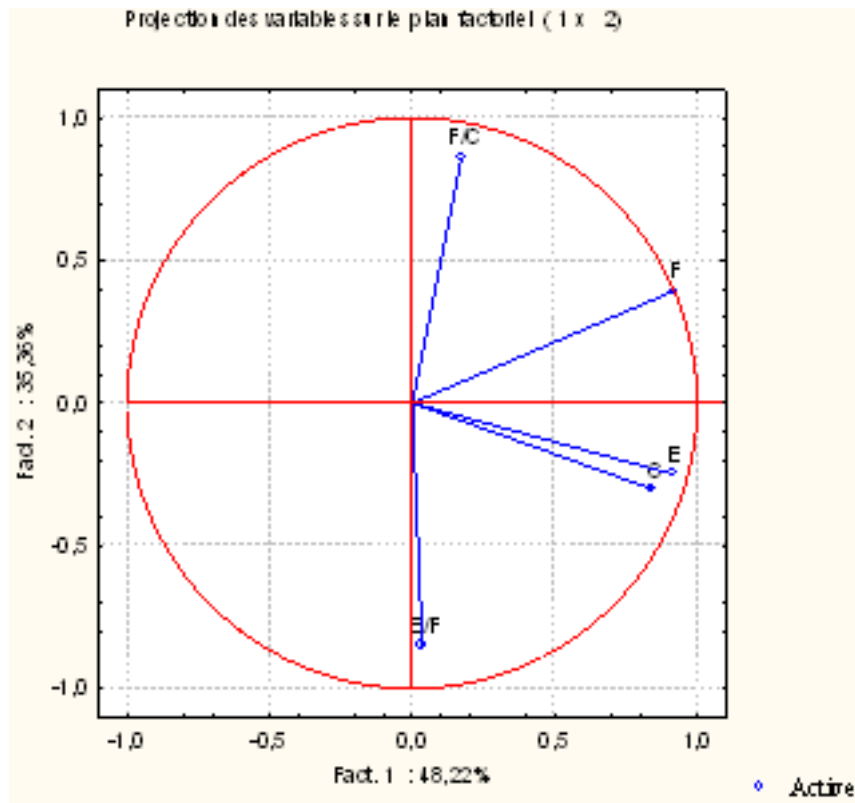
**Figure 29 - Valeurs propres de la matrice de corrélation**

#### 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**

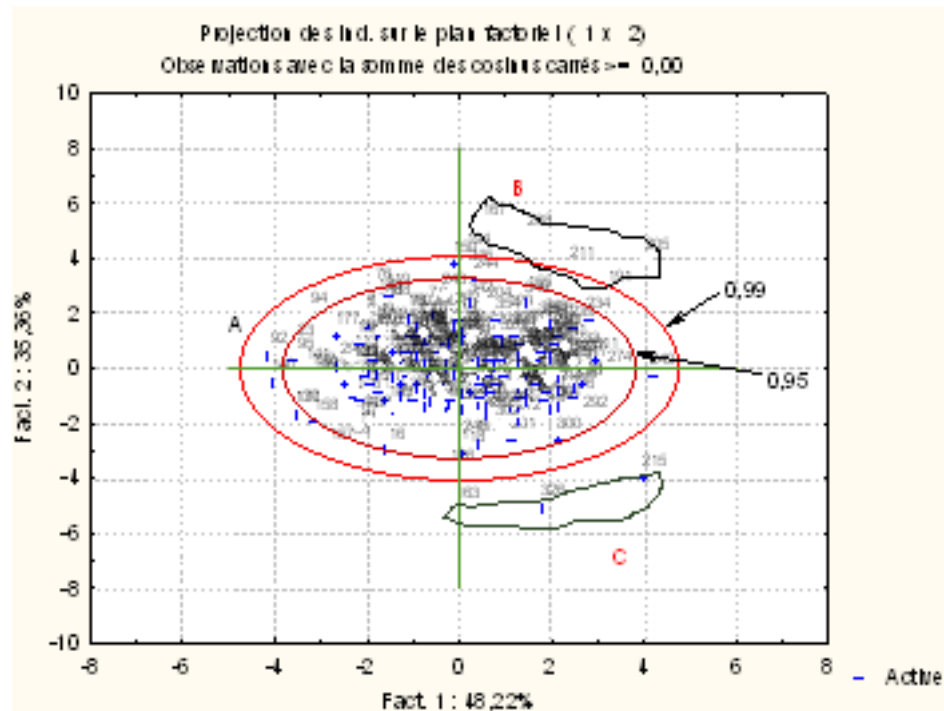
#### 4.1.2.4. – Analyse en Composantes Principales de la population

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.

| 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            |

**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

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.

| Tolga 6/V/2004              |                              |               |
|-----------------------------|------------------------------|---------------|
| Espèces végétales           | Fr % = $(ni / N) \times 100$ |               |
|                             | 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          |

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

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).

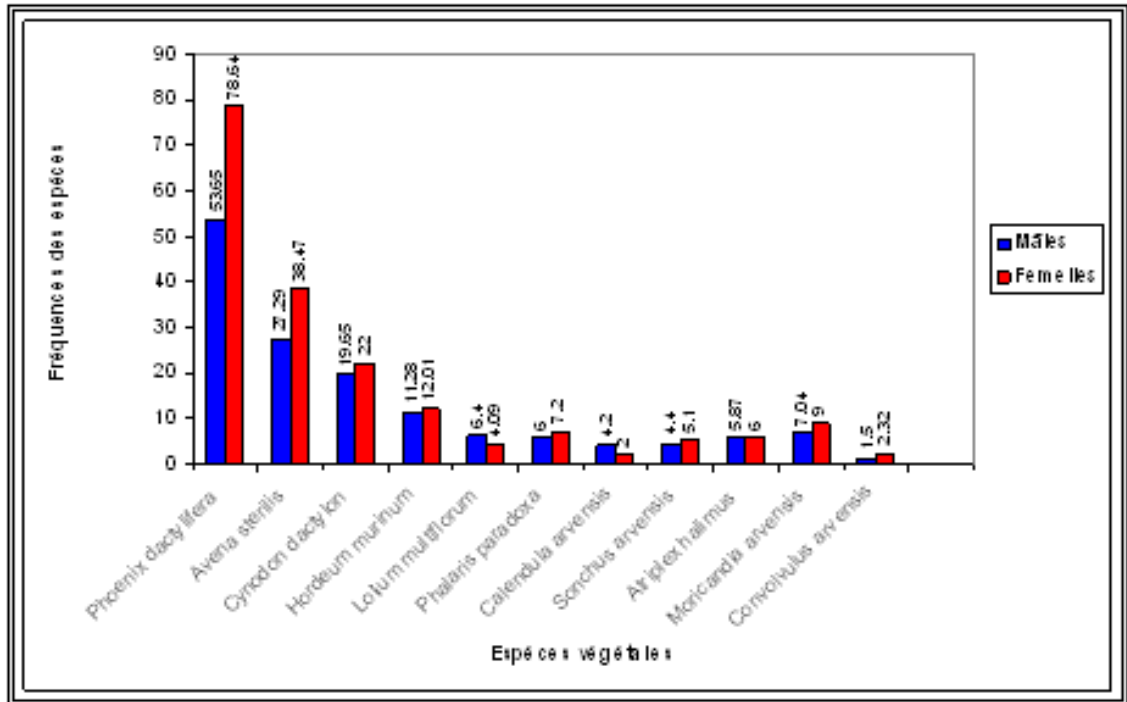


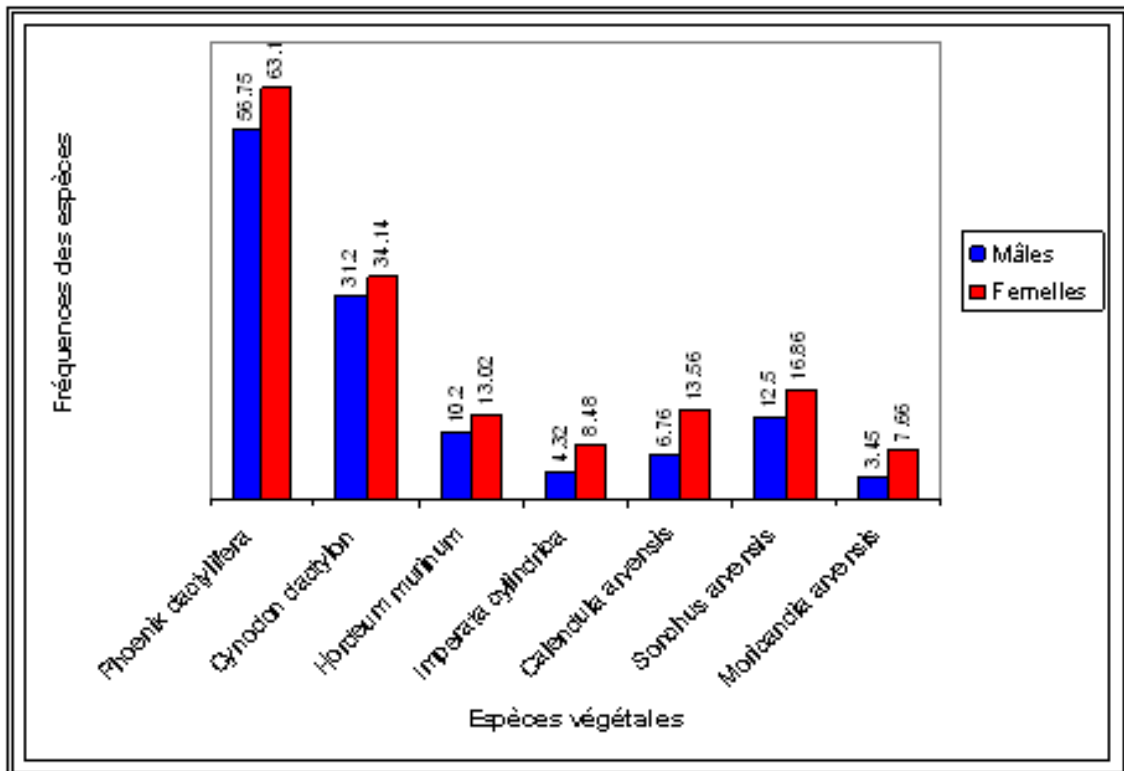
Figure 32 – Fréquence des espèces végétales consommées par *Schistocerca gregaria* dans le site de Tolga le 6/1/2004

#### 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).

| Chetma 14/1/2004           |                       |               |
|----------------------------|-----------------------|---------------|
| 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         |

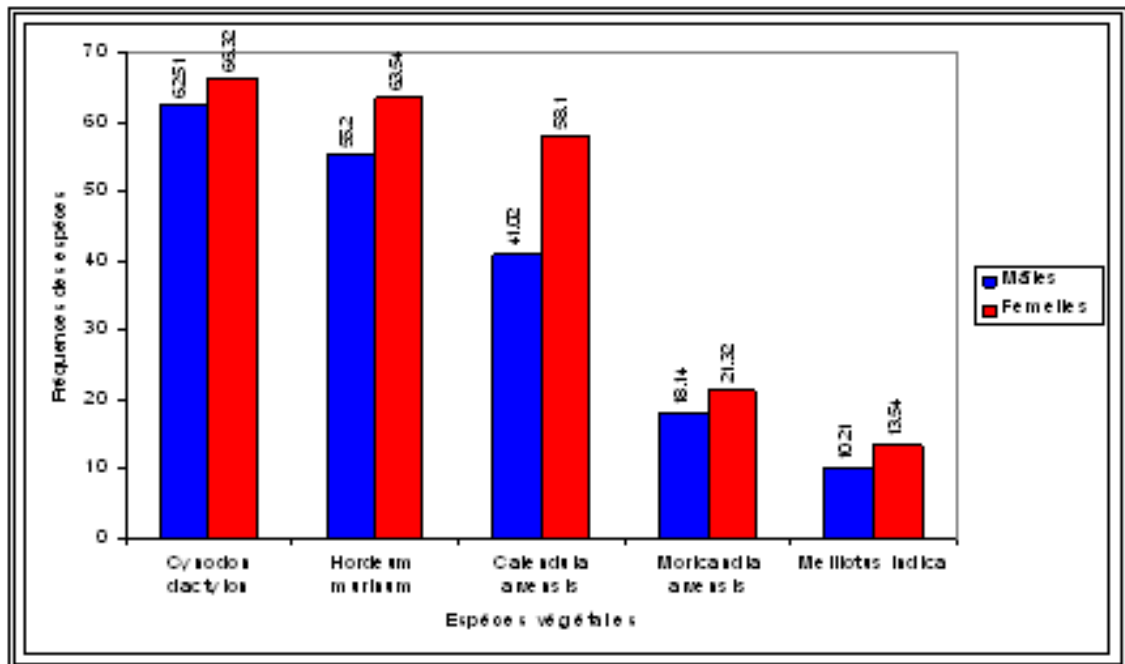
**Tableau 26a** - Fréquences des espèces végétales contenues dans les fèces des criquets pèlerins du site de Chetma pendant la période du 14 / V / 2004.



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

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



**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/VI/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/VI/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/VI/2004 mais absentes dans les fèces des individus échantillonnés pendant la sortie du 30/VI/2004.

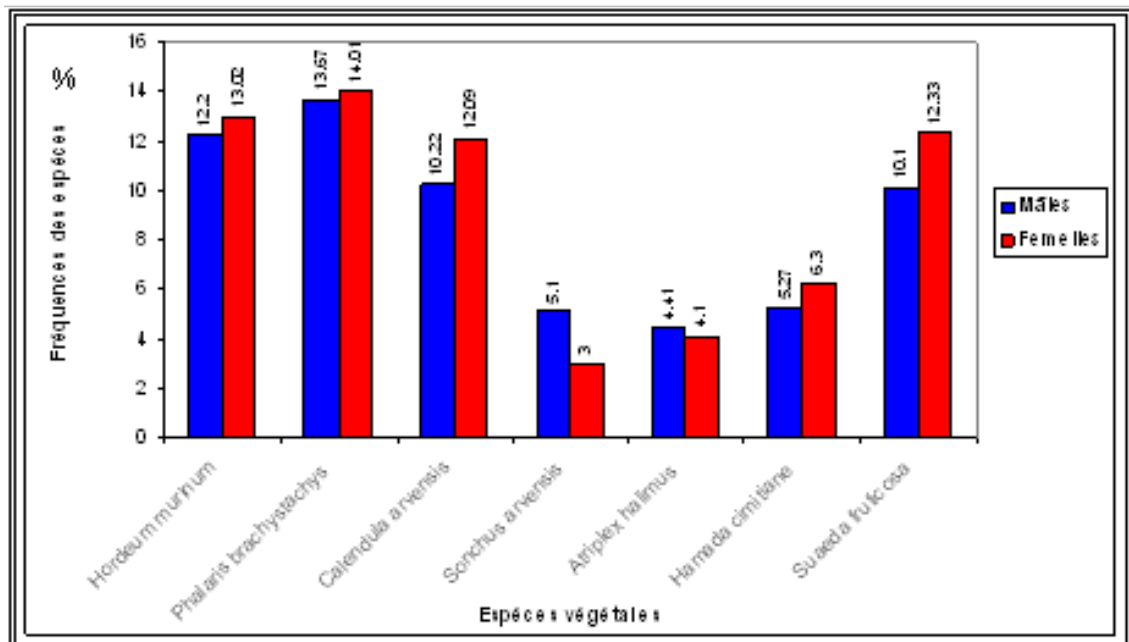
#### 4.2.3. - Z'ribet El Oued

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).



| 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         |

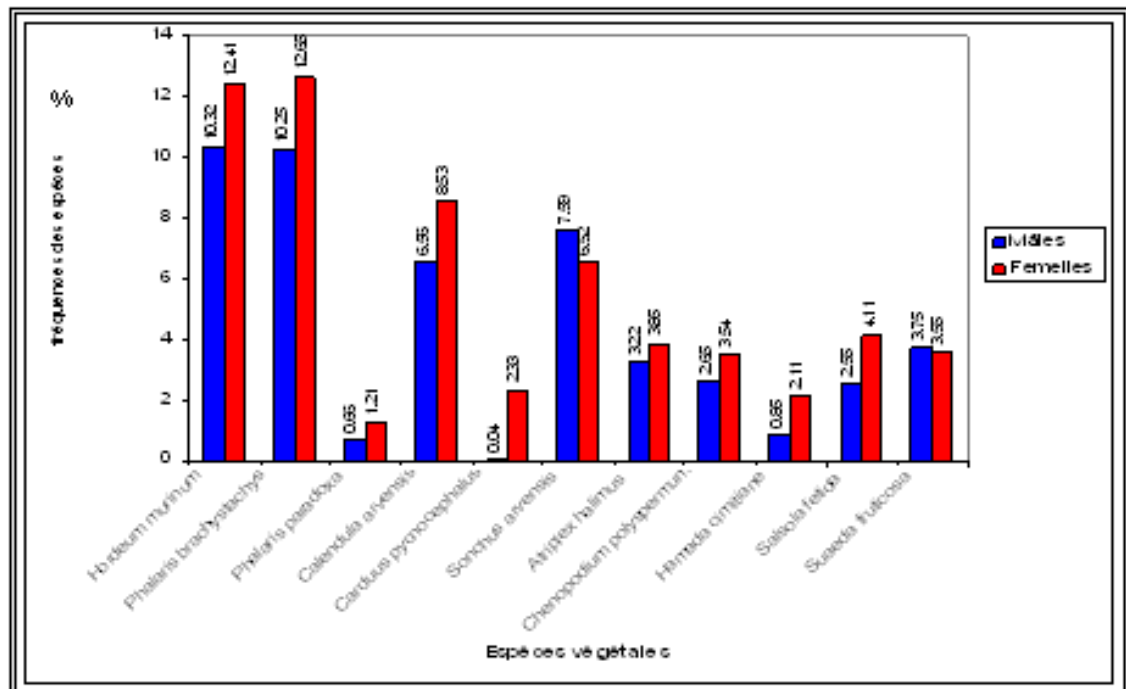
**Tableau 27a** - Fréquences des espèces végétales contenues dans les fèces du criquet pèlerin du site de Z'ribet El Oued du 24/II/2005



**Figure - 34a** - 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 27/III/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          |

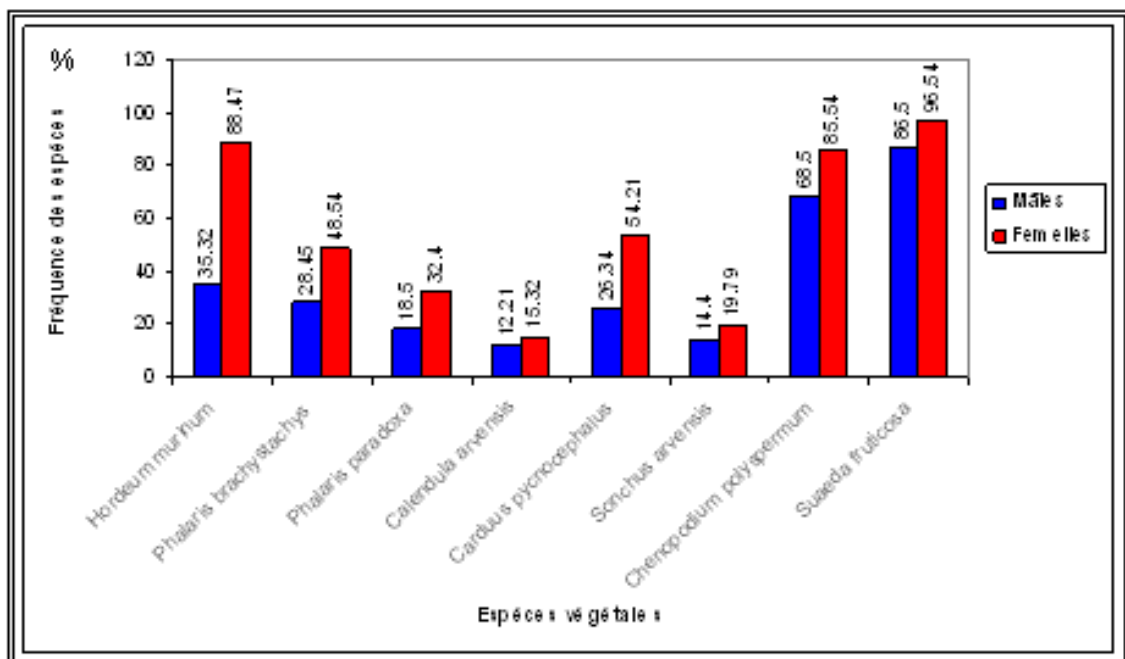
**Tableau 27b** – Fréquences des espèces végétales contenues dans les fèces du criquet pèlerin du site de Z'ribet El Oued du 27/III/2005.



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

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



**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.

| 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          |

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

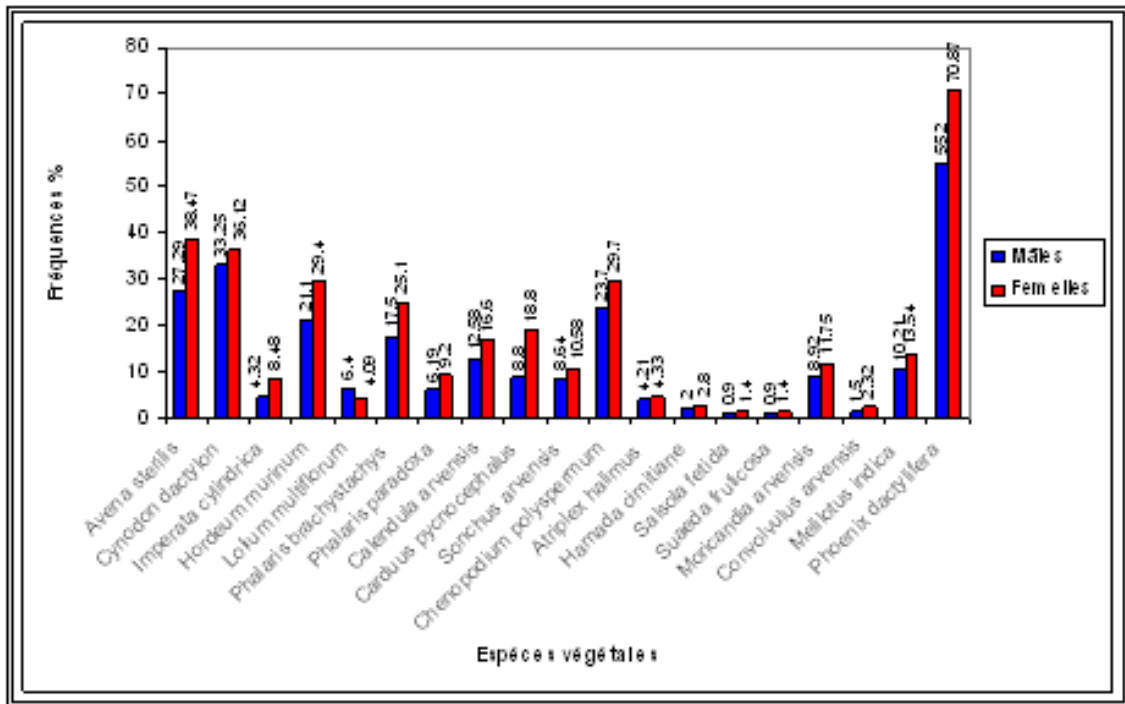


Figure 35 – Fréquences des espèces végétales contenues dans les fèces de *Schistocerca gregaria* dans la région de Biskra durant l'invasion de 2004 – 2005

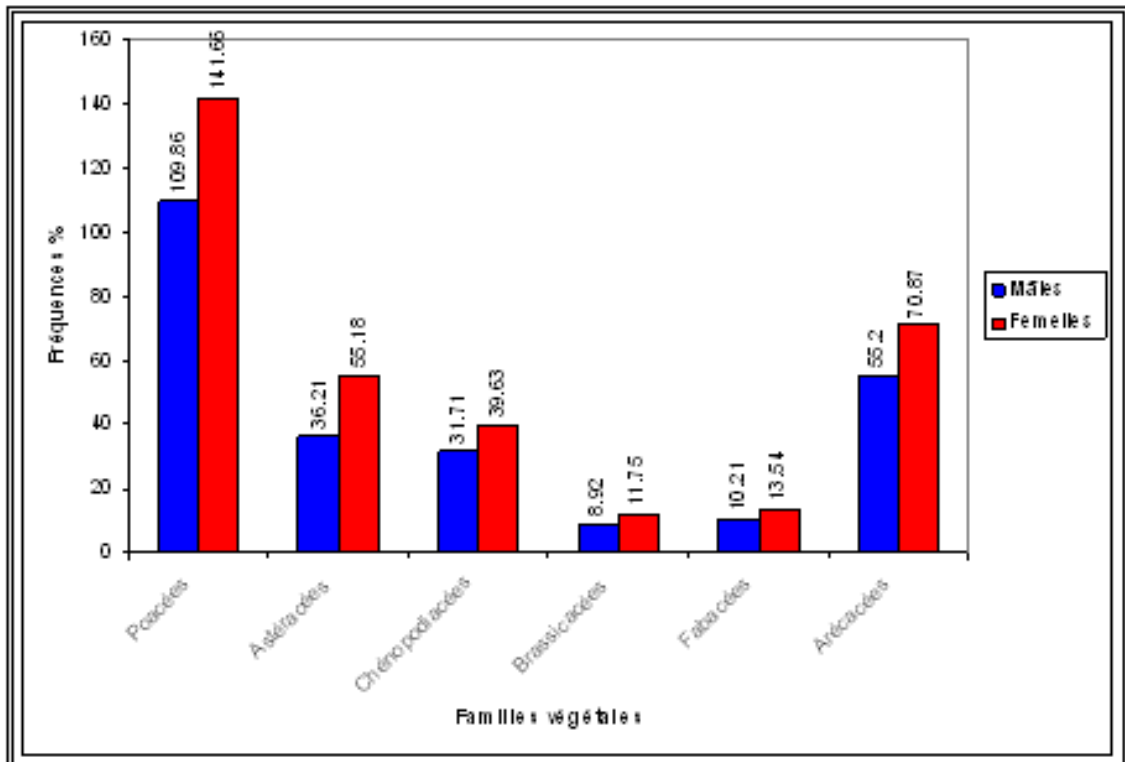


Figure 36 - Fréquences des familles végétales contenues dans les fèces de *Schistocerca gregaria* dans la région de Biskra durant l'invasion de 2004 – 2005

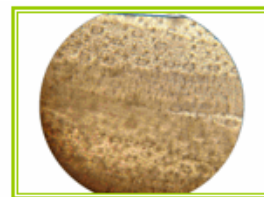
D'après la synthèse des fréquences relatives des espèces végétales consommées par les mâles et les femelles de *Schistocerca gregaria* dans les trois sites d'étude de la région de Biskra, on constate que les individus du criquet pèlerin lors de l'invasion des années 2004 et 2005 ont consommés 19 espèces 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*.



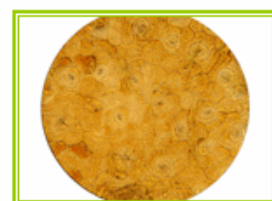
*Avena sterilis* x10



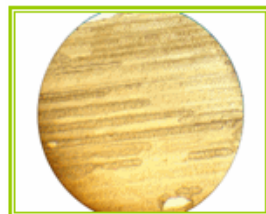
*Avena sterilis* x 40



*Hamada cymitiana* x 10



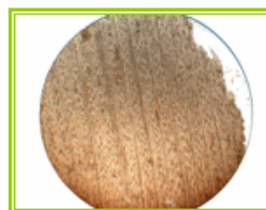
*Hamada cymitiana* x 40



*Cynodon dactylon* x 10



*Cynodon dactylon* x 40



*Imperata cylindrica* X10

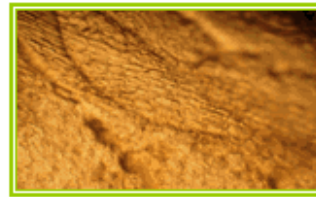


*Imperata cylindrica* X40

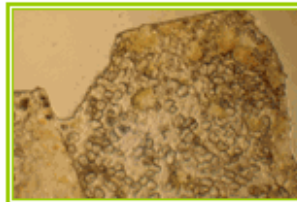
**Figure 37 a** – Epidermes des tissus des végétaux consommés par le criquet pèlerin



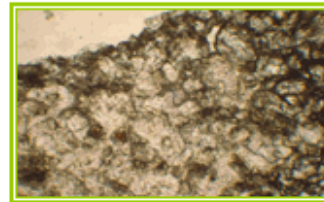
*Sonchus arvensis X 10*



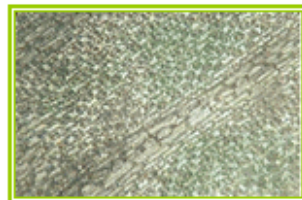
*Sonchus arvensis X 40*



*Calendula arvensis X10*



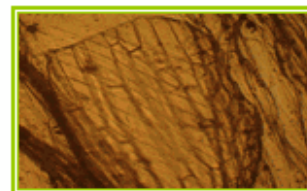
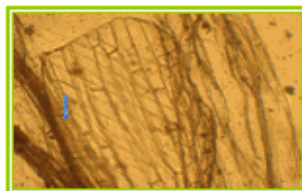
*Calendula arvensis X40*



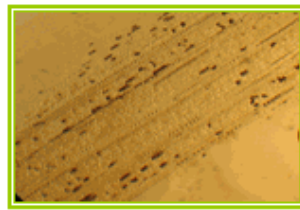
*Lolium multiflorum X10*



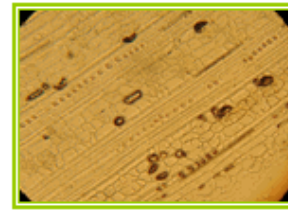
*Lolium multiflorum X40*



**Figure 37 b - Epidermes des tissus des végétaux consommés par le criquet pèlerin**



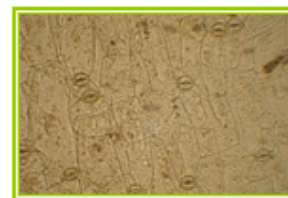
*Phoenix dactylifera X10*



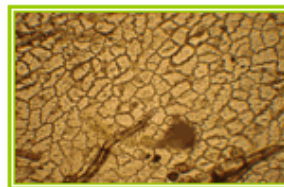
*Phoenix dactylifera X40*



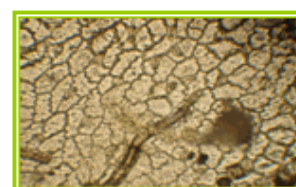
*Moricandia arvensis X10*



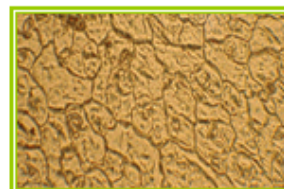
*Moricandia arvensis X40*



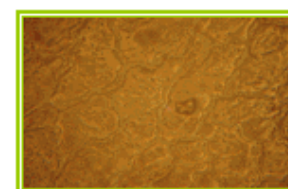
*Carduus pycnocephalus X10*



*Carduus pycnocephalus X40*



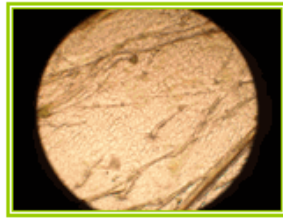
*Convolvulus arvensis X10*



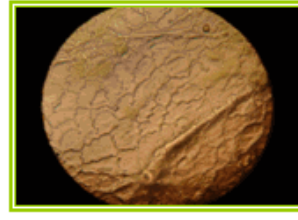
*Convolvulus arvensis X40*

**Figure 37 c - Epidermes des tissus des végétaux consommés par le criquet pèlerin**

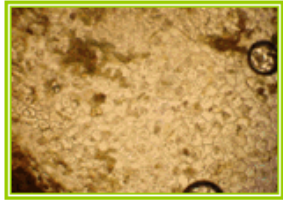




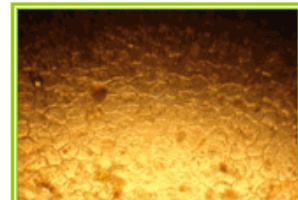
*Melilotus indica* x10



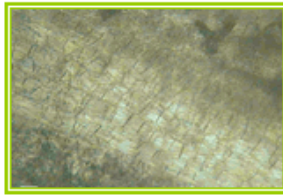
*Melilotus indica* x 40



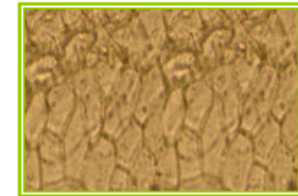
*Convolvulus arvensis* x 10



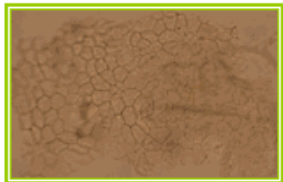
*Convolvulus arvensis* x 40



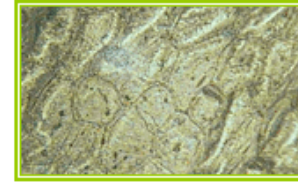
*Chenopodium polyspermum* x 10



*Chenopodium polyspermum* x 40

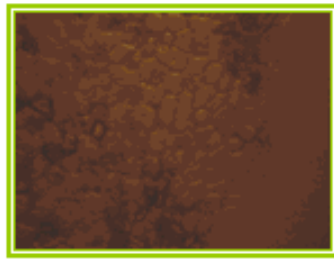


*Suaeda fructuosa* x 10

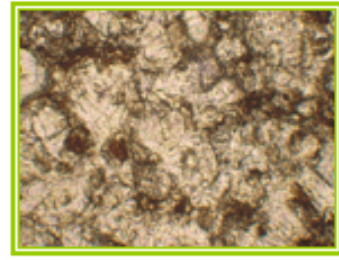


*Suaeda fructuosa* x 40

**Figure 37 d** - Epidermes des tissus des végétaux consommés par le criquet pèlerin



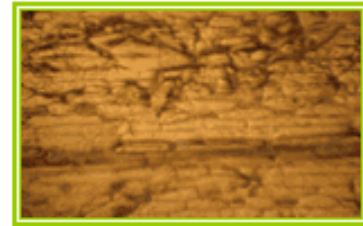
*Atriplex halimus X10*



*Atriplex halimus X40*



*Phalaris paradoxa X10*



*Phalaris paradoxa X40*



*Phalaris brachystachys X10*



*Phalaris brachystachys X40*

**Figure 37 e** - Epidermes des tissus des végétaux consommés par le criquet pèlerin

---

# CHAPITRE V – DISCUSSIONS

Dans ce dernier chapitre, nous allons discuter les résultats obtenus pour la morphométrie ainsi que le régime alimentaire de *Schistocerca gregaria* dans la région de Biskra.

## 5.1 – Analyse morphométrique de toute la population de *Schistocerca gregaria* échantillonnée dans les trois sites de la région de Biskra durant la période de l'invasion de l'année 2004 – 2005.

D'après les experts de la FAO, la menace d'une nouvelle invasion de l'Afrique du Nord-Ouest est bien réelle. Elle serait même de plus vaste amplitude que celle du printemps 2004.

Un grand nombre d'essaims émigreront, selon toute probabilité, d'Afrique de l'Ouest vers le nord-ouest de l'Afrique. A partir d'octobre, ils arriveront dans le nord-ouest de la Mauritanie, l'ouest du Sahara et le sud du Sahara en Algérie, puis se déplaceront progressivement vers le nord à partir de novembre. Quelques essaims devraient également apparaître dans le sud-ouest de la Libye.

Les essaims pourraient effectuer rapidement leur maturation et pondre en Novembre si des pluies ont lieu dans les zones sus-mentionnées.

Si les conditions météorologiques sont favorables, les essaims pourraient atteindre les aires de reproduction printanière le long des versants sud des monts Atlas, au Maroc et en Algérie ainsi que dans le sud de la Tunisie et l'ouest de la Libye, entre octobre 2004 et mars 2005.

### 5.1.1. – Détermination du statut phasaire de la population de *Schistocerca gregaria*

---

La comparaison des valeurs des rapports morphométriques E/F (Elytre sur Fémur et F/C (Fémur sur Capsule céphalique), dans les trois sites d'étude indique que les mâles de *Schistocerca gregaria* sont entre 2,28 - 2,31 pour E/F et entre 3,19 – 3,43 pour F/C, alors que pour les femelles de *S. gregaria*, E/F est entre 2,21 – 2,46 et F/C fluctue entre 3,00 et 3,48. En comparant ces valeurs avec ceux de Dirsh (1953), on peut dire que le statut de cette population allochtone est grégaire; parce que la présence des individus de *S. gregaria* dans la région de Biskra coïncide avec la période de l'invasion généralisée de 2004 – 2005. Le même résultat est obtenu par Hemour (2005), qui indique que les populations de *S. gregaria* des régions de Laghouat, Djelfa, Adrar et Oued Souf sont grégaires. Bensalah et Doumandji-Mitiche (2006), indiquent que la population de *S. gregaria* dans la région de Biskra de l'invasion de 2004 est grégaire. Le même résultat est obtenu par Kherbouche et al (2006), de même Kherbouche (2007), précise que les populations de *S. gregaria* de la

région d'Adrar sont grégaires. Ces auteurs ont étudié le statut phasaire des populations de *S. gregaria* pendant l'invasion acridienne de 2004 – 2005, d'où les mêmes résultats. Par contre, pour l'année 1995 Doumandji–Mitiche *et al.*, (1996), indiquent que les populations de *S. gregaria* étudiées dans la régions d'Adrar appartiennent au statut phasaire des transiens – dégrégans présentant des rapports morphométriques E/F et F/C des mâles respectivement 2,11 – 3,85; pour les femelles les rapports sont respectivement 2,15 – 4,02. Par contre, la population de *S. gregaria* de la région de Tamanrasset pendant l'année 1995, appartient au statut phasaire transiens avec une tendance vers l'état solitaire, présentant ainsi, les rapports morphométriques E/F et F/C des mâles respectivement 2,13 – 3,65 et ceux des femelles respectivement 2,16 – 3,90.

Plusieurs auteurs ont traité l'aspect de la mosaïque phasaire du criquet pèlerin dans plusieurs régions de l'Algérie durant plusieurs années, et à travers ces différents résultats nous constatons que *S. gregaria* prend plusieurs formes phasaires allant du solitaire passant par le transien (congrégans) arrivant au grégaire et vise vers sa. On cite parmi les auteurs Seddik (1995), classe la population de *S. gregaria* de la région d'Adrar dans la phase des transiens. Ouchen (1995), classe la population de *S. gregaria* de la région de Tamanrasset dans la phase transien dissocié. Par contre Marouf (1997), classe la population de *S. gregaria* l'année 1996 dans la phase grégaire.

Popov *et al.* (1991), notent que le principal effet de la grégarisation chez le criquet pèlerin est d'accroître la tolérance écologique des transiens congregans et des grégaires qui écologiquement non exigeants, sont aptes à exploiter des milieux qui ont été difficiles pour les solitaires. Ce phénomène accroît considérablement les surfaces colonisables et explique que le territoire concerné en période d'invasion (populations grégaires), soient beaucoup plus étendus qu'en période de rémission (populations solitaires ou plus au moins congregans).

Les mêmes auteurs ajoutent que les rapports morphométriques sont couramment utilisés pour désigner l'état phasaire des échantillons recueillis.

Cependant, étant donné que la morphométrie est également influencée par les conditions du milieu (température, végétation et nourriture), on arrive à constater des différences entre les populations d'un même niveau phasaire. Les caractères morphométriques peuvent être donc assimilés à un marquage naturel permettant d'identifier des populations d'origines différentes.

Ammar *et al.* (2006), notent que le comportement grégaire des sauterelles a été, toujours, le grand intérêt pour les entomologistes. Beaucoup d'études morphologiques ont conduit à la caractérisation des états phasaires de ces insectes solitaires et grégaires.

### **5.1.2 – Interprétation des résultats de la morphométrie par l'application de l'analyse des composantes principales (A.C.P.) des populations de *Schistocerca gregaria* de la région de Biskra**

---

L'application de l'analyse en composantes principales à tous les individus de *Schistocerca gregaria* échantillonnées dans la région de Biskra lors de l'invasion durant la période entre 2004 et 2005 montre que les variables E, F, C, E/F et F/C présentent un taux de contribution de (53,97%) sur l'axe 1 et (29,55%) sur l'axe 2 dans le cercle de corrélation. L'intervalle de bonne représentation nous indique que ces variables sont bien représentées. Kherbouche (2007), note pour la population du sud Algérien (Adrar, Touggourt et Oued Souf), une contribution de (57,84) pour l'axe 1 et (83,60%) pour l'axe 2.

Le résultat de l'A.C.P montre que cette population allochtone de la région de Biskra est homogène présentant un statut phasaire grégaire.

Kherbouche (2007), par l'application de l'A.C.P. précise que la population allochtone de l'année 2004 de la région d'Adrar est en phase grégaire, cela est expliqué par le fait que l'Algérie a connue une invasion acridienne généralisée est c'est la raison pour laquelle que toutes les populations se trouvent à l'état grégaire. De même Hemour (2005), en appliquant l'A.C.P. sur les populations de *S. gregaria*, il a déduit qu'elle est de type grégaire.

## 5.2. – Discussion sur l'étude du régime alimentaire de *Schistocerca gregaria* durant la période de l'invasion de 2004 à 2005 dans la région de Biskra

Les résultats de l'étude du régime alimentaire de la population allochtone (mâles et femelles), de *Schistocerca gregaria* qui était présente lors la période de l'invasion dans la région de Biskra durant la période de 2004 et 2005 seront étudiés et comparés avec d'autres travaux qui ont été effectués en Algérie.

A travers notre étude du régime alimentaire dans les trois sites de la région de Biskra nous avons remarqué que *Schistocerca gregaria* avait consommé 19 espèces végétales sur un ensemble de 20 appartenants à 7 différentes familles botaniques : Poaceae (*Avena sterilis*, *Cynodon dactylon*, *Imperata cylindrica*, *Hordeum murinum*, *Lolium multiflorum*, *Phalaris brachystachys*, *Phalaris paradoxa*), les Asteraceae (*Atriplex halimus*, *Calendula arvensis*, *Carduus pycnocephalus*, *Sonchus arvensis*), les chénopodiaceae (*Chenopodium polyspermum*, *Hamada cimitiane*, *Salsola fetida*, *Suaeda fruticosa*), une crucifère (*Moricandia arvensis*), une Convolvulaceae (*Convolvulus arvensis*), une Fabaceae (*Melilotus indica*) et une Arécaceae (*Phoenix dactylifera*); seule l'espèce *Erodium triangulare* appartenant à la famille botanique des Geraniaceae n'a pas été trouvée dans les fèces de individus de *S. gregaria*, alors quelle était présente sur terrain.

Dans le site de Tolga, *Phoenix dactylifera* est l'espèce la plus consommée par les femelles de *Schistocerca gregaria* avec une fréquence d'occurrence de 78,64% et les mâles avec une fréquence de 53,65%. On constate que la majorité des fréquences chez les femelles sont supérieures à celles des mâles pour toutes les espèces végétales, *Phoenix dactylifera* (Fr ♀ = 78,64% > Fr ♂ = 53,65%), *Avena sterilis* (Fr ♀ = 38,47% > Fr ♂ = 27,29%), *Cynodon dactylon* (Fr ♀ = 22% > Fr ♂ = 19,65%), *Hordeum murinum* (Fr ♀ = 12,01% > Fr ♂ = 11,28%), *Moricandia arvensis* (Fr ♀ = 9% > Fr ♂ = 7,04%), *Atriplex halimus* (Fr ♀ = 6% > Fr ♂ = 5,87%), *Phalaris paradoxa* (Fr ♀ = 7,2% > Fr ♂ = 6%), *Sonchus arvensis* (Fr ♀ = 5,1% > Fr ♂ = 4,4%), *Convolvulus arvensis* (Fr ♀ = 2,32% > Fr ♂ = 1,5%). De ces résultats on peut dire que les espèces consommées dans le site de Tolga appartiennent à 7 familles botaniques.

Lors de la sortie du 14/V/2004, dans le site de Chetma les espèces végétales rencontrées dans les fèces des femelles de *Schistocerca gregaria* pour la majorité des fréquences sont supérieures à celles des mâles *Phoenix dactylifera* (Fr ♀ = 63,1% > Fr ♂ = 56,75%), *Cynodon dactylon* (Fr ♀ = 34,14% > Fr ♂ = 31,2%), *Sonchus arvensis* (Fr ♀ = 16,86% > Fr ♂ = 12,5%), *Hordeum vulgare* (Fr ♀ = 13,02% > Fr ♂ = 10,20%), *Calendula arvensis* (Fr ♀ = 13,56% > Fr ♂ = 6,76%) et *Moricandia arvensis* (Fr ♀ = 7,66% > Fr ♂

= 3,45%). Par contre la sortie du 30/VI/2004 montre une absence de l'espèce végétale *Imperata cylindrica* dans les fèces de *S. gregaria* mâles et femelles contrairement à l'espèce végétale *Cynodon dactylon* qui est l'espèce la plus consommées par les deux sexes de *S. gregaria* (Fr ♀ = 66,32% - Fr ♂ = 62,51%).

Dans le site de Z'ribet El Oued durant les trois sorties durant l'année de recrudescence 2005, nous avons trouvé des résultats différents. Pour la sortie du 24/III/2005 et 27/III/2005 *Schistocerca gregaria* a consommé les mêmes 11 espèces végétales (*Hordeum murinum*, *Phalaris brachystachys*, *Phalaris paradoxa*, *Calendula arvensis*, *Carduus pycnocephalus*, *Sonchus arvensis*, *Atriplex halimus*, *Chenopodium polyspermum*, *Hamada cimitiane*, *Salsola fetida*, *Suaeda fruticosa*) mais de fréquences différentes entre mâles et femelles. Par contre durant la sortie du 17/IV/2005 *Schistocerca gregaria* n'a consommé que 8 espèces végétales (*Hordeum murinum*, *Phalaris brachystachys*, *Phalaris paradoxa*, *Calendula arvensis*, *Carduus pycnocephalus*, *Sonchus arvensis*, *Chenopodium polyspermum*, *Suaeda fruticosa*).

D'autres auteurs, dans d'autres régions du sud Algérien, ayant étudié le régime alimentaire de *Schistocerca gregaria* ont montré que cette espèce est polyphage et consomme plusieurs familles botaniques.

D'après Kherbouche (2007), note que *S. gregaria* a consommé 14 espèces végétales appartenant à 11 familles botaniques, Poaceae (*Arundo plinii*, *Imperata cylindrica* et *Phragmites communis*), une Arecaceae (*Phoenix dactylifera*), les Cucurbitaceae (*Cucumis melo* et *Citrullus vulgaris*), une alliaceae (*Allium cepa*), une solanaceae (*Lycopersicon esculentum*), une chénopodiaceae (*Salsola vermiculata*), une Lauraceae (*Lawsonia inermis*), une Tamaricaceae (*Tamarix gallica*), une Fabaceae (*Arachis hypogea*), une Puniceae (*Punica granatum*) et une Labiaceae (*Mentha spicata*). Kaidi et al., (2007), ont montré à travers l'étude du régime alimentaire dans la région de Tamanrasset la présence de fragments de 17 espèces consommées par *S. gregaria* appartenant aux familles suivantes : Amaranthaceae, Asclepiadaceae, Brassicaceae, Capparidaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Poaceae, Salvadoraceae, Rhamnaceae et Zygophyllaceae.

De même Guendouz-Benrima (2005), cite les familles botaniques consommées par *S. gregaria* les Brassicaceae, les Boraginaceae, les Poaceae, les Zygophyllaceae, les solanaceae et les Nyctaginaceae. Enfin Marouf (1997), a montré à travers son étude menée dans la région de Tamanrasset, que *Schistocerca gregaria* présente une préférence alimentaire pour *Schouwia purpurea*, *Panicum turgidum*, *Zilla spinosa*, *Pergularia tomentosa* et *Pulicaria crispa*.

D'autres auteurs, dans d'autres pays ont étudié le régime alimentaire du criquet pèlerin.

Guegen (1976), note que l'étude du régime alimentaire devrait nous apporter des éléments de réponse à ces questions qui nous paraissent primordiales si l'on veut réellement considérer les orthoptères comme des « enregistreurs biologiques ».

Les caelifères sont phytophages et consomment en grosse majorité les graminées. Le criquet pèlerin est notoirement polyphage ; il n'a jamais de préférences alimentaire sur le terrain ; quelques plantes sont consommées avant d'autres ces dernières sont acceptées dans les essais de laboratoire, par contre il y a des espèces de plantes ne sont jamais touchées par aucun essaims (Culmsee, 1997 ; Ghaout, 1990 et Kennedy, 1939) in (Obaid Omer, 2006).

Le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* est polyphage et ses préférences de la nourriture ont été étudiées par plusieurs auteurs (Mann & Burns, 1927 ; Bhatia, 1940 ; Husain et al., 1946 ; Alam, 1952 ; Pradhan et al., 1962 ; RAO et Mehrotra, 1977 ; Singh

et Pant, 1980) in (Obaid Omer, 2006), 198 plantes d'une variété de familles marquées par (Husain et al., 1946) in (Obaid Omer, 2006), neuf plantes n'ont pas été mangées du tout, 29 ont été mangés avec répugnance pendant que 160 plantes ont été mangées aisément.

(Popov, 1965) in (Obaid Omer, 2006), note que les concentrations du criquet sont souvent trouvées pour être associé avec espèces particulières de plantes constituant alors leur nourriture. Bien que polyphage, le criquet pèlerin montre la préférence pour quelques espèces de plantes pour se nourrir tels que *Heliotropium spp.*, *Dipterygium glaucum*, *Tribulus spp.*; *Schouwia purpurea*, *Aerva javanica*. Parmi les plantes cultivées le millet, *Pennisetum typhoideum*. Cependant, dans l'absence de celles-ci le criquet peut montrer la préférence pour d'autres espèces de plantes.

Le nombre de végétaux consommés par le criquet pèlerin approche 400 espèces. Ce chiffre a été repris dans plusieurs travaux notamment les chercheurs russes. Au cours des invasions de 1929 en Asie centrale, tous les observateurs ont été surpris de constater que les imagos allochtones arrivés par vol se nourrissaient très peu. De ce fait, les dégâts aux cultures ont été étonnamment faibles comparés au nombre d'individus composant un essaim (Galperschtein et Moritz, 1930 ; Predtetchensky, 1935a, in Latchininsky et Launois-Luong, 1997)

Les criquets s'attaquaient le plus souvent aux plantes cultivées pour rechercher de l'eau. Les champs de coton et de luzerne ont été les plus endommagés par les essaims par contre, les semences de blé restaient souvent intactes. Certains dégâts ont été enregistrés dans les vergers où les imagos mangeaient les feuilles d'abricotiers, de pruniers et d'autres arbres fruitiers. Généralement, les auteurs notent une préférence des imagos pour les ligneux, la strate herbacée étant moins fréquemment attaquée. Les mandibules du Criquet pèlerin sont mieux adaptées morphologiquement pour ronger les feuilles de la végétation ligneuse que celles de la végétation herbacée.

Rappelons que les grégaires volent généralement de jour et qu'ils se posent de nuit sur les ligneux.

Selon le même auteur, en Transcaucasie, les dégâts sont signalés sur cultures céréalières et sur les Fabacées alors que les plantes sauvages sont spontanément touchées.

Parmi ces plantes sauvages qui sont généralement consommées par les imagos allochtones, une Fabacée *Alhagi camelorum* et les buissons d'*Elaeagnus spp.* et le *Tamarix spp.* (Latchininsky et Launois-Luong, 1997).

Le criquet pèlerin n'épargne aucune culture. Il peut endommager gravement la végétation naturelle, il peut aussi causer des dégâts sévères sur le blé, l'orge, la vigne, les agrumes, le palmier dattier, le mil, le sorgho, les légumes, etc. (C.I.R.A.D, 2004).

Le criquet pèlerin grégaire est extrêmement polyphage en dehors de la végétation naturelle, la liste des cultures et des plantations touchées est longue dans le Maghreb. On relève principalement le blé, l'orge, la vigne, les agrumes et le palmier dattier. Ce ravageur n'a jamais de préférence alimentaire sur le terrain; quelques plantes sont consommées avant d'autres, par contre il y a des espèces de plantes qui ne sont jamais touchées par aucun essaim. Les recherches sur ses préférences alimentaires montrent que cet insecte se nourrit de pas moins de 198 plantes (Obaid Omer, 2006). Le même auteur indique que malgré sa polyphagie, le criquet pèlerin montre une préférence pour quelques espèces de plantes pour se nourrir tels que *Heliotropium spp.*, *Dipterygium glaucum*, *Tribulus spp.*; *Schouwia purpurea*, *Aerva javanica*. Parmi les plantes cultivées le millet, *Pennisetum typhoideum*.

Lecoq (2003b), signale que lorsqu'une invasion se développe, toutes les formations végétales peuvent en subir l'atteinte. Les dégâts peuvent être considérables sur tout type de cultures: cultures annuelles pluviales, mais aussi cultures pérennes (arboriculture) et cultures irriguées qui y sont encore plus sensibles dans la mesure où elles sont exposées tout au long de l'année.



# CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

L'Algérie a connue pendant les années 2004 et 2005 des invasions du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775), d'où la région de Biskra fait partie de cette invasion. De cette situation, nous avons jugé nécessaire d'entreprendre une étude de quelques aspects bioécologiques (mesures biométriques, et régime alimentaire), de ce redoutable acridien dans la région de Biskra représentée par trois sites (Chetma, Z'ribet El Oued et Tolga).

La caractérisation des populations de *Schistocerca gregaria* dans la région de Biskra est traduite par les mesures morphométriques E/F (Elytre sur Fémur) et F/C (Fémur sur capsule céphalique). Ces mesures ont révélé pour les mâles des valeurs de E/F qui fluctuent entre 2,28 - 2,31 et F/C qui fluctuent entre 3,19 - 3,43. Par contre les valeurs de E/F et F/C des femelles fluctuent respectivement entre 2,21 - 2,46 et 3,00 - 3,48. La comparaison de ces valeurs avec celles de Dirsh (1953), classe la population dans la phase grégaire. La projection des valeurs de la même population sur l'abaque morphométrique de Rungs (1954) modifiée par Duranton et Lecoq (1990), nous indique qu'il s'agit d'une population hétérogène. En effet pour la population de Tolga présente trois formes phasaires solitaire, transiens congregans et grégaires. Pour le site de chetma durant les deux périodes du 14/V/2004 et 30/VI/2004, la population des criquets présente deux aspects phasaires, transiens-congregans et grégaires. Enfin pour le site de Z'ribet El Oued la population des criquets présente les formes hasaires suivantes: solitaires, transiens et grégaires.

L'application statistique représenté par l'analyse en composantes principales (A.C.P.), indique qu'il s'agit bien d'une population homogène bien représenté sur les deux axes ce qui confirme le résultat trouvé et comparé avec le tableau de Dirsh (1953), qui indique que le statut phasaire de la population de Biskra est homogène il appartient au statut phasaire des grégaires.

Lors de l'étude du régime alimentaire par la détermination des végétaux contenus dans les fèces de la population de *S. gregaria* échantillonnée dans les trois site d'étude de la région de Biskra, 20 espèces végétales ont été identifiés appartenant à 7 familles botaniques qui sont : les Poaceae (*Avena sterilis*, *Cynodon dactylon*, *Imperata cylindrica*, *Hordeum murinum*, *Lolium multiflorum*, *Phalaris brachystachys* et *Phalaris paradoxa*), les Asteraceae (*Atriplex halimus*, *Calendula arvensis*, *Carduus pycnocephalus* et *Sonchus arvensis*), les Chenopodiaceae (*Chenopodium polyspermum*, *Hamada cimitiane*, *Salsola fetida* et *Suaeda fruticosa*), une Brassicaceae (*Moricandia arvensis*), une Convolvulaceae (*Convolvulus arvensis*), une Fabaceae (*Melilotus indica*) et une Arecaceae (*Phoenix dactylifera*) et une Geraniaceae (*Erodium triangulare*).

Dans la station de Tolga qui est une palmeraie nous notons que les espèces végétales les plus consommées sont : *Phoenix dactylifera* (Fr femelles = 78,64% - Fr mâle = 53,65%), *Avena sterilis* (Fr femelles = 38,47% - Fr mâles = 27,29%), *Cynodon dactylon* (Fr femelles = 22,00% - Fr mâles = 19,65%), *Hordeum murinum* (Fr femelles = 12,01% - Fr mâles = 11,28%). Les espèces moyennement consommées sont : *Lolium multiflorum* ((Fr femelles = 4,09% - Fr mâles = 6,40%), *Phalaris paradoxa*(Fr femelles = 7,20% - Fr mâles = 6,00%),

*Sonchus arvensis* (Fr femelles = 5,10% - Fr mâles = 4,40%), *Atriplex halimus* (Fr femelles = 6,00% - Fr mâles = 5,87%), *Moricandia arvensis* (Fr femelles = 9,00% - Fr mâles = 7,04%). Par contre celles qui ont une faible occurrence sont : *Convolvulus arvensis* (Fr femelles = 2,32% - Fr mâles = 1,50%). L'espèce *Erodium triangulare* est absente dans les fèces des individus mâles et femelles de *S. gregaria*, malgré sa présence sur terrain.

A Chetma qui est une oasis, il y a 7 espèces végétales présentes dans les fèces des individus mâles et femelles de *S. gregaria* pour la sortie du 14/IV/2004 mais les plus consommées sont: *Phoenix dactylifera* (Fr femelles = 63,10% - Fr mâles = 56,75%), *Cynodon dactylon* (Fr femelles = 34,20% - Fr mâles = 31,20%) et *Hordeum murinum* (Fr femelles = 13,02% - Fr mâles = 10,20%). Par contre lors de la sortie du 30/VI/2004, il n'y a que 5 espèces végétales, les plus consommées sont: *Cynodon dactylon* (Fr femelles = 66,32% - Fr mâles = 62,65%), *Hordeum murinum* (Fr femelles = 63,54% - Fr mâles = 55,20%) et *Calendula arvensis* (Fr femelles = 58,10% - Fr mâles = 41,02%).

A Z'ribet El Oued pour la sortie du 24/II/2005, les criquets ont consommés 7 espèces végétales les plus représentatives sont : *Suaeda fruticosa* (Fr femelles = 12,33% - Fr mâles = 10,10%), *Hordeum murinum* (Fr femelles = 13,02% - Fr mâles = 12,20%), *Phalaris brachystachys* (Fr femelles = 14,01% - Fr mâles = 13,67%), *Calendula arvensis* (Fr femelles = 12,09% - Fr mâles = 28,99%), *Phalaris paradoxa* (Fr femelles = 33,61% - Fr mâles = 33,61%), les espèces les moins consommées sont: *Hamada cimitiane* (Fr femelles = 6,30% - Fr mâles = 5,27%), *Sonchus arvensis* (Fr femelles = 3% - Fr mâles = 5,10%) et *Atriplex halimus* (Fr femelles = 4,10% - Fr mâles = 4,41%). Lors de la sortie du 27/III/2005 les criquets ont consommés 11 espèces végétales dont les espèces les plus consommées sont *Hordeum murinum* (Fr femelles = 12,41% - Fr mâles = 10,25%), *Phalaris brachystachys* (Fr femelles = 12,65% - Fr mâles = 10,25%). Enfin lors de la dernière sortie du 17/VI/2005, les criquets ont consommés 8 espèces végétales, plus consommées sont *Suaeda fruticosa* (Fr femelles = 96,54% - Fr mâles = 86,50%), *Chenopodium polyspermum* (Fr femelles = 85,54% - Fr mâles = 68,50%), *Hordeum murinum* (Fr femelles = 88,47% - Fr mâles = 35,32%) et *Phalaris paradoxa* (Fr femelles = 32,40% - Fr mâles = 18,50%); par contre les moyennements consommées sont: *Calendula arvensis* (Fr femelles = 15,32% - Fr mâles = 12,21%) et *Sonchus arvensis* (Fr femelles = 19,79% - Fr mâles = 14,40%).

En perspectives, l'ampleur des dégâts souligne la puissance du ravageur autant que la nécessité de mobiliser des moyens considérables pour le combattre. La connaissance parfaite de la bioécologie du ravageur est garante de la victoire.

La lutte chimique a été la principale, voire même la seule méthode utilisée au cours des campagnes de lutte antiacridienne.

À l'heure actuelle, il n'existe pas d'autres méthodes efficaces de lutte antiacridienne susceptible de remplacer les pesticides de synthèse utilisés dans le cadre des opérations à grande échelle de lutte contre le criquet pèlerin. La solution consistant à utiliser la lutte préventive et les autres méthodes de lutte les plus respectueuses de l'environnement. Certains des produits biologiques récemment mis au point par des chercheurs Algériens ont fait l'objet d'essais, et on espère que ces nouveaux produits biologiques permettront de donner de bons résultats d'application dans le cas des invasions généralisées.

L'étude des aspects bioécologiques du criquet pèlerin dans les différents biotopes contribue à la connaissance parfaite du comportement de ce ravageur.

L'étude du statut phasaire nous renseigne sur le comportement physiologique du criquet pèlerin ainsi, qu'à la dynamique des populations et par conséquent la connaissance et le suivi du phénomène de l'invasion. Par contre l'étude du régime alimentaire de

*Schistocerca gregaria* peut nous renseigner sur la qualité et la quantité de son régime alimentaire, ainsi qu'à travers les préférences alimentaires nous pouvons déterminer les éventuelles plantes toxiques ou acridifuges qui peuvent être utilisés dans la lutte biologique.

La protection du patrimoine agricole dans toutes les régions arides et semi arides contre les ravages causés par le fléau *Schistocerca gregaria*, nécessite la conjugaison des efforts de la recherche et de l'état par l'application d'un programme de lutte judicieux répondant aux différentes exigences économiques et environnementales.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abassi K, Kadiri Z A, et Ghaout S., 2004** – Activité biologique des feuilles de *Calotropis procera* (Ait. R. Br) sur le criquet pèlerin (*Shistocerca gregaria*, Forsk. 1775). *Zool. baetica*, vol, 15, pp 153-166.
- Agrane S. 1997** - Régime alimentaire de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae) dans la région d'Adrar. Effet du champignon entomopathogène *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina, Moniliaceae) sur quelques paramètres physiologiques de *Schistocerca gregaria* et *Anacridium aegyptium*. Mém. Ing. Agro., Institut. Nati. Agro., El Harrach, 160 p.
- Ammar M, Boudegga H, et Ben-Hamouda M H., 2006** - The Occurrence of Unusual Brown Macula in Swarming Desert Locusts, *Schistocerca gregaria* Forsk., (Orthoptera - Acrididae) in Douiret, Southern Tunisia. *Tunisian Journal of Plant Protection*. Vol. 1, No. 1, pp 31-42.
- Barataud J., - 2005** - Orthoptères et milieux littoraux - Influence de la gestion des habitats herbacés sur les ressources trophiques et enjeux pour la biodiversité. BTS. Gestion des espaces naturelles. 86 p.
- Barbouche N, Hajjem B, Lognay G et Ammar M., 2001** - Contribution à l'étude de l'activité biologique d'extraits de feuilles de *Cestrum parqui* L'Hérit. (Solanaceae) sur le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk.). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 5 (2), 85–90 pp.
- Benhalima T., Gillon Y et Louveaux A., 1985** – Spécialisation trophique individuelle dans une population de *Diciostaurus maroccanus* (Orthop., Acrididae). *Acta. Oecologica – Oecol. Gener*, Vol.6 n°1 pp 17-24.
- Bensalah M.K., 2000a** – Biologie de l'Apate monachus Fab. Troisièmes journées techniques phytosanitaires, I.N.P.V, pp 47-52.
- Bensalah M.K., 2000b** – Biologie de l'Apate monachus Fab. Atelier sur la faune utile et nuisible du palmier dattier et de la datte. C.R.S.T.R.A. Ouargla 22 et 23 février 2000. pp 51-55
- Bensalah M.K. et Doumandji-Mitiche B., 2006** – Indices morphométriques de *Schistocerca gregaria* Forsk. 1775 (Acrididae, Cyrtacanthacridinae) dans la région de Biskra. *Congré International d'Entomologie et de Nématologie, Alger du 17 au 20 avril 2006*, Inst. Nati. Agro., El Harrach, pp121.
- Bouaichi A, et Simpson S.J., 2003** - Density-dependent accumulation of phase characteristics in a natural population of the desert locust *Schistocerca gregaria*. *Physiological Entomology* 28, pp 25–31.
- Boughdad A., 1991** - Caractéristiques morphométriques des populations adultes de *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) (Orthoptères, Acrididae) durant l'invasion du Maroc en 1987 et en 1988. Ed. AUPELF-UREE. John Libbey Eurotext, Paris, pp. 45-52.

- Brader L, Djibo H, Faye F G, Ghaout S, Lazar M, Luzietoso P N et Ould Babah M.A., 2006** - Apporter une réponse plus efficace aux problèmes posés par les criquets pèlerins et à leurs conséquences sur la sécurité alimentaire, les moyens d'existence et la pauvreté. Évaluation multilatérale de la campagne 2003-2005 contre le criquet Pèlerin, rapport, 97 p.
- Butet A., 1985** – Méthode d'étude du régime alimentaire d'un rongeur polyphage (*Apodemus sylvaticus* L., 1758) par l'analyse microscopique des fèces. *Mammalia*, 49 : pp 455-783
- Butet A., 1987** – L'analyse microscopique des fèces : une technique non perturbante d'étude des régimes alimentaires des mammifères phytophages. *Arvicola*, IV (1) pp 33-38.
- Catalisano A., 1986** – *Le désert Saharien*. Ed. Larousse, Paris, 128 p.
- Chahbar N., 1997** - Morphométrie de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) et *Locusta migratoria cinerascence* (Bonnet et Finnot, 1885) (Orthoptera, Acrididae) à Adrar en 1996. Effet du champignon entomopathogène *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina) sur quelques paramètres physiologiques de *Schistocerca gregaria*. Mém. Ing. Agro., Instit. Nati. Agro., El Harrach, 94 p.
- Chapman R.R. et Thomas J.G., 1978** - The numbers and distribution of sensilla on the mouth parts of Acridoidea. *Acrida*, 7: 115-148.
- Chara B., 1995** – Polymorphisme phasaire chez les acridiens. Stage de formation en lutte antiacrienne. *INPV – OADA (Alger 17-27 - Septembre 1995)*, pp 46-51.
- Charre J., 1997** – Dessines – moi un climat. Que penser du diagramme ombrothermique. *Mappemonde 2* : pp 29-31.
- Cherief A., 2000**- Etude bioécologique du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae) dans la région d'Adrar .Etude de la morphométrie, du régime alimentaire sur terrain et du photo préférendum alimentaire au laboratoire .Mém. Ing. Scien. Agro. Inst. Nat. Agro. El Harrach, Alger.135p.
- Chikh Y, Salhi A et Bensalah M. K., 2000** - Contribution à l'étude bioécologique de la pyrale *Ectomyelois ceratoniae* dans la région de Biskra. Atelier sur la faune utile et nuisible du palmier dattier et de la datte. C.R.S.T.R.A. Ouargla 22 et 23 février 2000. pp 30-37.
- Chopard L., 1943** – Orthoptéroïdes de l'Afrique du nord, faune de l'empire français. Lib., Larose, Paris, 450 p.
- C.I.R.A.D., 2004a** – *Les criquets ravageurs*. Éd. CIRAD, Montpellier, 24p.
- C.I.R.A.D., 2004b** – *Migrations et invasions*. Le criquet pèlerin, un fléau pour l'humanité. Ed. CIRAD, polycopie, 6 p.
- Cnesmag., 2005** – Fléau le criquet pèlerin traqué par les technologies spatiales. Ed. Cnesmag. pp 44 – 51.
- Cressman K et Dobson H M, 2001** – *Directives sur le Criquet pèlerin*. Annexes. Première édition. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 170 p.
- Culumsee H., 2002** – The habitat functions of vegetation in relation to the behaviour of the desert locust *Schistocerca gregaria* Forskal (Acrididae: Orthoptera) a study in Mauritania (West-Africa). *Phytocoenologia* 32 (4) 645–664.

- Dajoz R., 1970** – *Précis d'écologie*. Ed. Dunot, Paris, 434 p.
- Defaut B., 2001** - Actualisation taxonomique et nomenclaturale du « synopsis des orthoptères de France » *Matériaux Entomocénétiques*, 6 : pp 107-112 pp.
- De Granville J. J., 1971** - Etude bioclimatique de l'Archipel des Canaries. *Cah. ORSTOM, Sér. Biol., No 15*, pp 29-60.
- Dekhinat S., Bensaid Z. et Mokrane R., 2005** - *Etude des potentialités morpho-pédogénétiques des sols aurassiens*. Projet de recherche, rapport Annuel, code : 0501 / 01/2001
- Despland E., 2005** – Diet breadth and anti-predator strategies in desert locust and other Orthopterans. *Journal of orthoptera research* 14 (2): pp 227-233.
- Doumandji S et Doumandji – Mitiche B., 1994** – *Criquet et sauterelles*. Ed. Office des publications universitaires, Alger, 99 p.
- Doumandji – Mitiche B., 1995** - Elements sur l'écologie des principales espèces acridiennes. Stage de formation en lutte antiacridienne. Ed. OADA INPV (Alger 17-27 - Septembre 1995), pp 68-78.
- Doumandji–Mitiche B., Doumandji S., Seddik A et Ouchen D., 1996** – Comparaison des indices morphométriques de la sauterelle pèlerine *Schistocerca gregaria* FORSKAL, 1775 a Adrar et à Tamanrasset (Sahara, Algérie) en 1995. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent.* 61/3a. 777-780.
- D.P.A.T., 2003** - *Schéma Directeur des Ressources en Eau Wilaya de Biskra*. Direction de la planification et de l'aménagement du territoire. Dossier Agro-pédologique, 53p.
- D.P.A.T., 2005** – *La wilaya de Biskra en quelques chiffres*. Direction de la planification et de l'aménagement du territoire, 145 p.
- Dreux P., 1962** - Recherches écologiques et biogéographiques sur les orthoptères des Alpes françaises. Thèses doct. d'état, faculté des Sciences, Paris, p 232.
- Dreux P., 1971** - Recherches de terrain en autoécologie des orthoptères. *Acrida*, vol. 1, pp. 305 – 330.
- Dreux P., 1980** – *Précis d'écologie*. Ed. Presse univ. de France, Paris (VII), 231p.
- Duby C et Robin S., 2006** - *Analyse en Composantes Principales*. Dép. O.M.I.P. Institut National Agronomique Paris – Grignon. 54 p.
- Dupont M G., 2006.** - Lutte biologique contre le criquet pèlerin. Nouvelles armes face à un ennemi ancestral. Polycopie, 5p.
- Durant J F., Launois M., Launois-Luong M H., et Lecoq M., 1982** – *Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche*. Ed. G.E.R.D.A.T., Paris, T.1, 695 p.
- Durant J F et Lecoq M., 1990** – *Le criquet pèlerin au Sahel*. Collection Acridologie Opérationnelle N° 6 –PRIFAS / CIRAD. 85 p.
- El Ghadraoui L., Petit D., Picaud F et El Yamani J., 2002** - Relationship between labrum sensilla number in the Moroccan locust *Dociostaurus maroccanus* and the nature of its diet. *Journal of Orthoptera Research*, 10 (2): 335-343.
- Emberger L., 1952.** - Sur le quotient pluviothermique. *C. R. Acad. Sc.*, 234: 2508-2510.
- Emberger L., 1955.** - Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trav. Lab. G.ol. Bot. et Zool., Fac. Sc. Montpellier*, 7: 1-43.

- Emberger L., 1971.** - Considérations complémentaires au sujet de recherches bioclimatiques et phytogéographiques écologiques. In : Travaux de botanique et d'écologie. Paris, Masson, 291-301pp.
- Farhi A., 2001** - Macrocéphalie et pôles d'équilibre: la wilaya de Biskra. L'Espace géographique, N°3, pp 245-255.
- Francour P., 2005** - *Interactions entre Individus et entre espèces*. Cours SV3/Sem1/ Ecosystème, 60 p.
- Fuchs E, Kutsch W and Ayali A., 2003** - Neural Correlates to Flight-Related Density-dependent Phase Characteristics in Locusts. pp 152-162.
- Fuzeau-Braesch S., 1991** - Polymorphisme phasaire des criquets migrants : déterminismes et différences géographiques. Ed. AUPELF-UREE John Libbey Eurotext, Paris, pp. 135-139
- Gangwere S.K. et Morales - Agacino E., 1973** - Food selection and feeding behaviour in Iberian Orthopteroidea (1) (2). *An. INIA, ser. Prt. Veg.*, 3: 251-337.
- Girardi A., 1991** - Régulation endocrinienne du développement, de la reproduction et du polymorphisme phasaire. Ed. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris, pp. 119-127.
- Graham K. T and Adrian L. R. T, 2003** - Dynamic flight stability in the desert locust *Schistocerca gregaria*. *The Journal of Experimental Biology* 206, pp 2803-2829.
- Gregory A and Sword., 2003** – To be or not to be a locust ? A comparative analysis of behavioral Phase change in nymphs of *Schistocerca americana* and *S. gregaria*. *Journal of Insect Physiology* 49, pp 709–717.
- Gueguen A., 1976** - Recherches écologiques sur les orthoptères des zones d'inculture de basse Altitude – cas particulier de *Chrysochraon dispar* (GERM). Thèse. Docteur en troisième cycle. Biologie animale. Univ. Rennes. U.E.R. des sciences du comportements et de l'environnement 203 p.
- Guendouz-Benrima., 2005** – Ecophysiologie biogéographie du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk. 1775) (Orthoptera, Acrididae) dans le sud Algérien. Thèse Doctotat d'Etat, Inst. Nati. Agro., El Harrach, 210 p.
- Guessoum M., 1985** – approche d'une étude Bio écologique de l'acarien *Oligonychus afrasiaticus* (Boufaroua) dans la région de Ouargla. 1eres journées d'études " biologie des ennemis animaux des cultures, dégâts et moyens de lutte " 25 et 26 Mars 1985. *Annale Institut National Agronomique – Vol. 10 N° 1, 207 p.*
- Hannachi S et Bakkari A., 1994** – *Etude régionale les Ziban : dynamisme et diversité*. INFSAS- Ouargla, 43 p.
- Hellal M., 1996** – *L'entomofaune de la palmeraie de Ain Ben Naoui (w. Biskra)*. Mèm. Ing. Inst. Nat. Agro. El Harrach. P2.
- Hemour S., 2005** – Etude morphométrique de *Schistocerca gregaria* Forskal (1775) (Acrididae, Cyrtacanthacridinae) et effet de deux champignons entomopathogènes *Beauveria bassiana* Bals et *Metarhizium anisoliae* var. *acridum* (Deuteromycotina, Hyphomycète) sur quelques paramètres physiologiques de cet acridien. Mem. Ing. Inst. Nati. Agro., El Harrach, 95 p.

- Hummelen P et Gillon Y., 1968** - Etude de la nourriture des acridiens de la savane de Lamto en Cote d'Ivoire. *Annales de l'université d'Abidjan. Série E : Ecologie - Tome I - Fascicule 2, pp 199-206.*
- I.N.R.A.A., 2006** – Gestion participative de la lutte biologique contre les ravageurs du palmier dattier dans les oasis Algériennes. Unité I.N.R.A de Biskra. 53 p.
- Kaidi N., Lazar M et Doumandji-Mitiche B., 2007** - Quelques éléments bioécologiques du Criquet pèlerin en période de rémission au niveau des biotopes naturels dans le Parc National de l'Ahaggar (Tamanrasset). *Journées International sur la Zoologie agricole et forestière, Alger du 8 au 10 avril 2007, Inst. Nati. Agro., El Harrach, 225 p.*
- Kara F Z., 1997** - Etude de quelques aspects écologiques et régime alimentaire de *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) (Orthoptera, Cyrtacanthacridinae) dans La région d'Adrar et en conditions contrôlées. Thèse Magistère Inst. Nat. Agro .El Harrach, 181p.
- Kherbouche Y., 2007** – Etude de quelques aspects bioécologiques de la sauterelle pèlerine *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) (Acrididae, Cyrtacanthacridinae) dans la région d'Adrar (Sahara, Algérie). Thèse Magistère en sciences agronomiques, Inst. Nat. Agro .El Harrach, 155 p.
- Kherbouche Y., Hemour S.I. et Doumandji-Mitiche B., 2006** – Etude morphométrique et régime alimentaire de *Schistocerca gregaria* Forskal (1775) (Acrididae, Cyrtacanthacridinae) dans quelques régions d'Algérie en 2004. *Congrès international d'entomologie et de Nématologie, Alger du 17 au 20 avril 2006, Inst. Nati. Agro., El Harrach, pp 278-289.*
- Kouzmine Y., 2003** - L'espace saharien Algérien, dynamiques démographiques et migratoires. Université de Franche-Comté .U.F.R Sciences du Langage, de l'Homme et de la Société. Institut de Géographie, 201 p.
- Latchinsky A V et Launois-Luong M H., 1997** - *Le criquet pèlerin (Schistocerca gregaria Forskål, 1775) dans la partie nord orientale de son aire d'invasion.* CIRAD-PRIFAS : Montpellier (France) / Institut Pan Russe de la Protection des Plantes (VIZR) : Saint Pétersbourg (Russie).# 192 p.
- Le Berre M et Ramousse R., 2003** - Les enjeux de la conservation de la biodiversité en milieu saharien. Socio - écologie et Conservation. Université Claude Bernard, Lyon 1. Villeurbanne, France. 13 p.
- Lecoq M., 1988** - *Les criquets du Sahel.* Collection Acridologie Opérationnelle n°1. CILSS-DFPV, Niamey; PRIFAS. Département GERDAT. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD). 130 p
- Lecoq M., 1991** - Le criquet pèlerin : enseignements de la dernière invasion et perspectives offertes par la biomodélisation N°6. Ed. AUPELF-UREF, Montpellier Cedex 01, Paris, France. pp. 71-98
- Lecoq M., 2003 a** – Le criquet pèlerin. Les leçons de la crise/*Communication CIRAD, 12 p.*
- Lecoq M., 2003 b** – Desert locust threat to agricultural development and food security and FAO/International Role Control. Arab J.Pl.Prot. 21 : 188-193. Paper presented



in a symposium on "Desert locust control" at the Eight. Arab Congress of plant protection held in El-Beida, Lybia. October 12 / 16, 8 p.

- Lecoq M., 2004** - La crise du Criquet pèlerin en Afrique : bilan et enseignement. Unité de recherche en acridologie opérationnelle (Prifas). Réunion sur «Le péril acridien en Afrique de l'Ouest ». Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest/OCDE, Paris, 2 P.
- Le Gall P., 1989** - Le choix des plantes nourricières et la spécialisation trophique chez les Acridoidea (Orthoptères). *Bull. Ecol. T.* 20, 3, pp 245-261.
- Le Gall P et Gillon Y., 1989** - Partage des ressources et spécialisation trophique chez les acridiens (Insecta : Orthoptera : Acridomorpha) non-graminivores dans une savane pré forestière (Lamto, Côte-d'Ivoire). *Acta Oecologica Oecol. Gener.*, Vol. 10, n° 1, pp 51 - 74
- Lenoir J.C., 2001** - *Phylogénie des Cyrtacanthacridinae (Orthoptera, Acrididae)*. DEA de Systématique Animale et Végétale. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris. 45 p.
- Lovejoy N. R., Mullen S. P., Sword G. A., Chapman R. F. and Harrison R. G., 2006** – Ancient trans-Atlantic flight explains locust biogeography: molecular phylogenetics of *Schistocerca*. *Proc. R. Soc. B* 273, pp 767–774.
- Luong-Skovmand M. H., Franc A, Rabesisoa L. F. et Lecoq M., 2004** – Le criquet nomade à Madagascar. Eléments de bibliographie. – *centre national antiacridien / centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement / projet français de contribution à la lutte anti-acridienne : Montpellier (France)/ Tuléat (Madagascar)*, 92 p.
- Mahmoud Ibrahim E., 2006** - *A Method for Detection of desert Locust, Schistocerca gregaria (Forskål) and Estimation of Infested Areas*. A thesis submitted to the University of Khartoum In fulfillment of the requirements for the degree of M.Sc. (Agric.). University of Khartoum – Sudan 73 p.
- Maiga I H., 2006** - Les acridiens ravageurs des cultures au Sahel : Enjeux et problématique, importance économique, stratégies de lutte et perspectives. *Cahier de l'environnement. Ed. Institut d'Applications et de Vulgarisation en Sciences (IAVS), Ouagadougou*, 15 p.
- Mallamaire A., 1965** - La lutte contre le criquet pèlerin en Afrique tropicale. Congrès de la protection des cultures tropicales, Marseille. Compte rendu des travaux – extrait : pp 258-263
- Mamadou A, Mazih A et Inezdane A., 2005** - L'impact des pesticides utilisés en lutte contre le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae) sur deux espèces de *Pimelia* (Coleoptera, Tenebrionidae) au Niger. *Revue de la science de l'environnement, Vertigo*, Vol. 6, N° 3, 8 p.
- Marouf S., 1997**. Quelques aspects bioécologiques de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae) dans la région de Tamanrasset. Mém. Ing. Agro., Institut. Nati. Agro., El Harrach, 82 p.
- Massemin S, Gibault C, Ramousse R et Butet A., 1996** – Premières données sur le régime de la marmotte alpine (*Marmota marmota*) en France. *Mammalia*, T, 60, N°3, : pp 351-361.

- Mehenni M., 1996** - Régime alimentaire de *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) (Orthoptera, Cyrtacanthacridinae) dans la région d'Adrar. Evaluation des besoins énergétiques sur différents aliments au laboratoire. Mem. Ing. Agro. Inst. Nat. Agro. El Harrach, 125 p.
- Meriç K., 2005** - Études sur les composés polyphénoliques en relation avec l'alimentation de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana* Clem.). Thèse. Doctor (Ph.D.) Faculté de foresterie et de géomatique, Université Laval Québec, Canada. 176 p.
- Mestre J. et Chiffaud J., 2005** – *Les acridiens d'Afrique de l'ouest. Ecologie et maîtrise des populations d'acridiens* (PRIFAS). TA40/D, Campus International de Baillarguet. 34398 Montpellier Cedex 5, France.
- Mestre J et Chiffaud J., 2006** – Catalogue et atlas des acridiens de l'Afrique de l'Ouest. 352 P.
- Morat P., 1969**- Note sur l'application à Madagascar du quotient pluviothermique d'Emberger. *Cah. ORSTOM, Sér. Biol., N° 10* , pp 117 – 132.
- Niox., 1890** – Géographie militaire – Algérie et Tunisie – Chap. VI - Région de l'Est (province de Constantine), 2<sup>ème</sup> édition – 1890, 47 p.
- Nurein O M., S. D** – *Le criquet pèlerin – Locuste et sauteriaux* – Ed. Bayer AG, Leverkusen, 31 p.
- Obaid Omer K. S., 2006** - Distribution of the desert locust (*Schistocerca gregaria* Forskal) (Acrididae, Orthoptera) in relation to herbage quality in the red sea coast of Sudan. A thesis submitted to the University of Khartoum in partial fulfilment. Of the requirement for the degree of M.Sc. (Agric) B.Sc. (Agric.) University of Agric. Faisalabad, Pakistan, 80 p.
- Ouchen D., 1995** – Quelques aspects biologiques de *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) (Orthoptera, Acrididae) dans la région de Tamanenrasset et en conditions contrôlées. Thèse Ing. Agro. Inst. Nati. Agro., El Harrach, 85 p.
- Ould Babah M.A., 2003.** – Biogéographie du Criquet pèlerin en Mauritanie. Fonctionnement d'une aire grégarigène et conséquences sur l'organisation de la surveillance et de la lutte antiacridienne. – Coll. « Stations de recherche acridienne sur le terrain, séries techniques », n° AGP/DL/TS/31. – FAO, Rome. 104 p.
- Papillon-Tchelebi., 1962** – Interaction du groupement de l'alimentation et d'un facteur saisonnier sur *Schistocerca gregeria* (Forsk) en physiologie, comportement et écologie des acridiens en rapport avec la phase. *Colloques internationaux du centre de recherche scientifique*, pp 37-61.
- Pearson H A, Lees G and Wray D., 1993** - Calcium channel currents in neurones from locust (*Schistocerca gregaria*) thoracic ganglia. *J. exp. Biol.* 177, pp 201–221.
- Philippeau G., 1992** – Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales ? *Collection STAT – ITCF.* 63 p.
- Popov G. B., Launois-Luong M. H. et Weel J. V. D., 1990** - Les oothèques des criquets du Sahel. Collection Acridologie Opérationnelle N°7, Ed. CIRAD/PRIFAS, France– 92 p.

- Popov G.B., Duranton J. F. et Gigault J., 1991** - Étude écologique des biotopes du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) en Afrique Nord-occidentale. Mise en évidence et descriptions des unités territoriales écologiquement homogènes.- Ministère de la Coopération et du Développement, Paris, CEE, Bruxelles, et Cirad-Gerdat-Prifas, Montpellier, 744 p.
- Quezel P et Santa S., 1962-1963** - *Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*, vol. 1-2. C.N.R.S., Paris, 1170 p.
- Ramade F., 1984** – Élément d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. Hill, Paris, 197 p.
- Remini L., 1997** - Etude comparative de la faune de deux palmeraies l'une moderne et l'autre traditionnelle dans la région de Ain Ben Naoui (Biskra). Thèse Ing. Agro. Inst. Nati. Agro., El Harrach, 139 P
- Rogers S. M., Matheson T, Despland E, Dodgson T, Burrows M, and Simpson S. J., 2003** – Mechanosensory-induced behavioural gregarization in the desert locust *Schistocerca gregaria*. *The Journal of Experimental Biology* 206, pp 3991-4002.
- Saizonou J., 2004** - Criquets Sacrées sauterelles ! défis sud 65, pp 12 -14
- Salhi A., 2000** – Impact de la faune entomophage sur la population de *Parlatoria blanchardii* dans la région de Biskra. *Troisièmes journées techniques phytosanitaires – I.N.P.V – pp 53-57.*
- Sana A., 2003** - Inventaire des adventices des cultures dans la région de Biskra. Ed. S.R.P.V / I.N.P.V. 27 p.
- Seddik A., 1995** – Développement ovarien et charge alaire du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) (Orthoptera, Acrididae) et du criquet migrateur *Locusta migratoria cinerascens* Bonnet et Finot, 1889 (Orthoptera, Acrididae) à Adrar. Cycle biologique du criquet pèlerin au laboratoire. Thèse Ing. Agro. Inst. Nati. Agro., El Harrach, 141 p.
- Simpson S. J., Raubenheimer D, Behmer S.T., Whitworth A and Wright G.A., 2002** – A comparison of nutritional regulation in solitary- and gregarious-phase nymphs of the desert locust *Schistocerca gregaria*. *The Journal of Experimental Biology* 205, pp 121–129.
- Song H., 2004a** – Revision of the A lutacea Group of Genus *Schistocerca* (Orthoptera Acrididae: Cyrtacanthacridinae), *Ann. Entomol. Soc. Am.* 97(3): pp 420 – 436.
- Song H., 2004b** – On the origin of the desert locust *Schistocerca gregaria* (Forsk.). (Orthoptera: Acrididae: Cyrtacanthacridinae), *Proc.R.Soc.Lond. B* (2004) 271, 1641–1648.
- Song H., 2006** - Description of *Schistocerca cohni* n. sp. and redescription of *S. Socorro* (Dirsh) (Orthoptera: Acrididae: Cyrtacanthacridinae). *Zootaxa* 1150: pp 43–52.
- Stephen M. R., Thomas M., Emma D., Timothy D., Malcolm B., and Simpson J., 2003** - Mechanosensory-induced behavioural gregarization in the desert locust *Schistocerca gregaria*. *The Journal of Experimental Biology* 206, pp 3991-4002.
- Stewart P., 1969.** - Un nouveau climagramme pour l'Algérie et son application au barrage vert. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.*, 65, 1-2.

- Symmons P. M. et Cressman K., 2001** - Directives sur le Criquet pèlerin. Vol.1. Biologie et comportement Deuxième édition. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture – Rome. 43 p.
- Tarai N., 1991** – Contribution à l'étude bioécologique des peuplements orthoptérologiques dans la région de Biskra et régime alimentaire de *Aiolopus thalassinus* (Fabricius, 1781). Thèse. Ing. Agro. Inst. Nat. Agro. El Harrach, 66 p.
- Touati M., 1991** – Contribution à l'étude du régime alimentaire des orthoptères caelifères en particulier du genre *Calliptamus* (Serville, 1831) dans le littoral oriental Algérois. Etude du tube digestif de *Ailopus strepens* (Latreille, 1804). Mem. Ing. Agro. Ins. Nat. Agr. El Harrach. 121 p.
- Viladerbo A., 1973** - Parasites et maladies. Chap. IV. Principaux parasites de la datte et du dattier. *Service Entomologie – Nématologie de l'I.F.A.C.* : pp 67-95.
- Voisin C., 1992** - Comportement des oiseaux face à la pullulation de *Schistocerca gregaria* au Sénégal (hiver 1988-1989). *L'oiseau et la revue d'ornithologie. Vol 62, N° 4, Paris, pp 348-351*
- Woldewahid G., 2003** – Habitats and spatial pattern of solitarious desert locusts *Schistocerca gregaria* (Forsk.) on the coastal plain of Sudan. PhD Thesis Wageningen University, 162 p.
- Wootton R J, Evans K E, Herbert R and Smith C W., 2000** - The hind wing of the desert locust (*schistocerca gregaria* forskål) Functional morphology and mode of operation. *The Journal of Experimental Biology* 203, pp 2921–2931
- Wopke V D W, Woldewahid G, Arnold V H, Butroums and Sykora K., 2005** – Plant communities can predict the distribution of solitarious desert locust *Schistocerca gregaria*. *Journal of Applied Ecology* 42, pp 989–997.
- Zafack J., 2004** - Conseil phytosanitaire interafricain. Bulletin d'informations phytosanitaires. Le criquet pèlerin : un acridien tout particulier, 2 p.
- Zafack J ; Nkouka N et Bouato B, 2004** - Situation acridienne en Afrique. (Vision du CPI/UA). 17<sup>eme</sup> Session du Comité Sahélien des Pesticides, Bamako, Mali, du 31 août au 03 septembre 2004. Union Africaine. Inter-african phytosanitary council / conseil phytosanitaire interafricain Yaoundé, Cameroun, 4p.

# ANNEXES

## Annexe 1

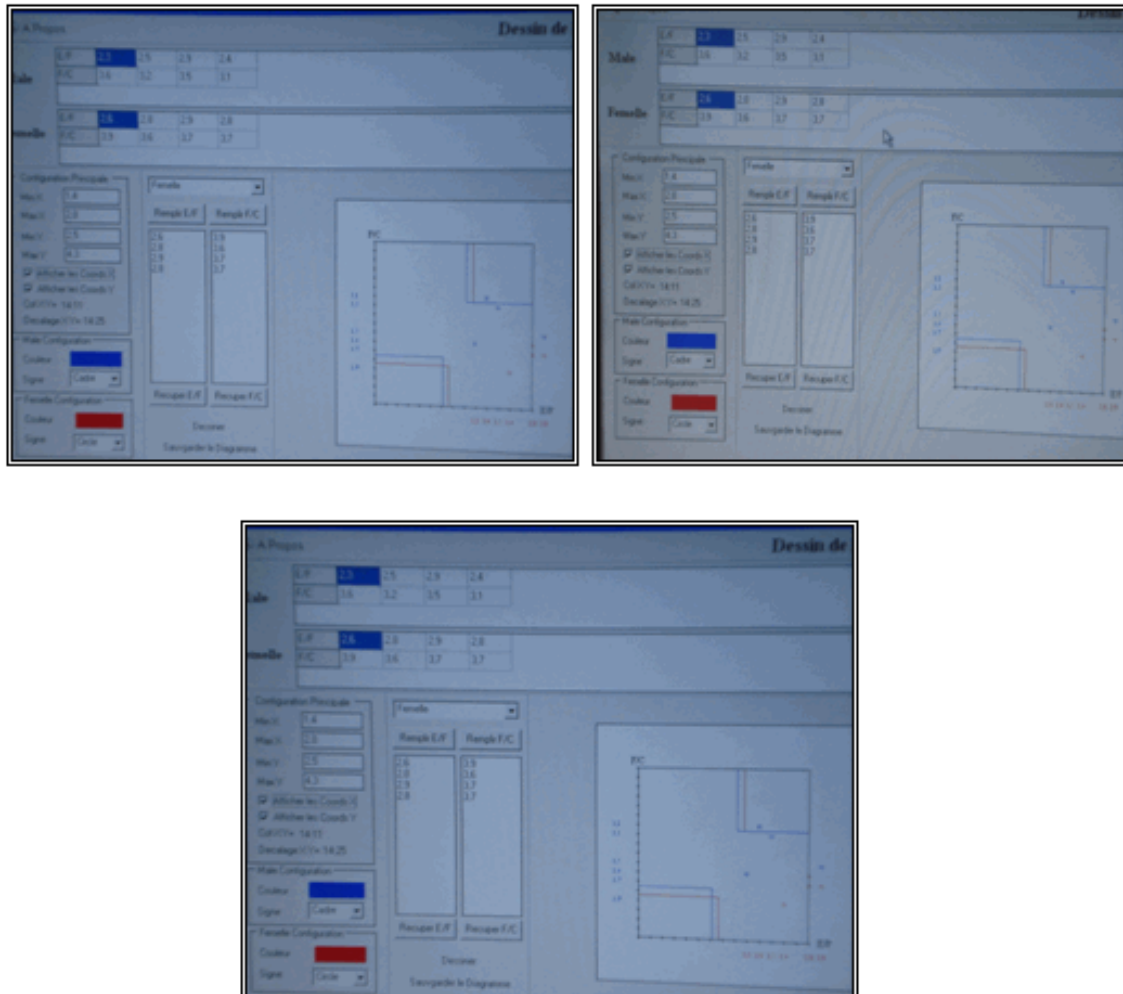
Tableau 29- Les mesures biométriques des indices morphométriques (LC – E – F – C – E/F et E/C) de la population (359 individus), de *Schistocerca gregaria* échantillonnés à travers les trois sites (Chetma, Tolga et Z'ribet El Oued), de la région de Biskra lors de l'invasion des années 2004 et 2005.

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

| N° Ind | LC (mm) | E (mm) | F (mm) | C (mm) | E/F  | F/C  | Phases | Sexes | Sites  |
|--------|---------|--------|--------|--------|------|------|--------|-------|--------|
| 1      | 65      | 54,5   | 23     | 6,5    | 2,37 | 3,54 | G      | Mâle  | Chetma |
| 2      | 68,5    | 56     | 23     | 7      | 2,43 | 3,29 | G      | Mâle  | Chetma |
| 3      | 67,5    | 56     | 23,5   | 7      | 2,38 | 3,36 | G      | Mâle  | Chetma |
| 4      | 68      | 53,5   | 25     | 7,5    | 2,14 | 3,33 | G      | Mâle  | Chetma |
| 5      | 66      | 54     | 23,5   | 7      | 2,30 | 3,36 | G      | Mâle  | Chetma |
| 6      | 68,5    | 65,5   | 23,5   | 7      | 2,79 | 3,36 | G      | Mâle  | Chetma |
| 7      | 56      | 51     | 25     | 7      | 2,04 | 3,57 | T C    | Mâle  | Chetma |
| 8      | 68      | 55     | 23     | 7      | 2,39 | 3,29 | G      | Mâle  | Chetma |
| 9      | 68      | 54     | 23     | 7      | 2,35 | 3,29 | G      | Mâle  | Chetma |
| 10     | 59      | 48,5   | 22     | 7      | 2,20 | 3,14 | G      | Mâle  | Chetma |
| 11     | 63      | 52     | 23     | 7      | 2,26 | 3,29 | G      | Mâle  | Chetma |
| 12     | 67      | 55,5   | 24     | 7,5    | 2,31 | 3,20 | G      | Mâle  | Chetma |
| 13     | 66      | 53,5   | 23     | 7      | 2,33 | 3,29 | G      | Mâle  | Chetma |
| 14     | 68      | 65,5   | 23     | 7      | 2,85 | 3,29 | G      | Mâle  | Chetma |
| 15     | 65      | 53     | 23,5   | 7      | 2,26 | 3,36 | G      | Mâle  | Chetma |
| 16     | 66      | 53     | 23     | 7      | 2,30 | 3,29 | G      | Mâle  | Chetma |
| 17     | 67      | 54     | 24     | 7      | 2,25 | 3,43 | G      | Mâle  | Chetma |
| 18     | 62      | 49     | 22     | 7      | 2,23 | 3,14 | G      | Mâle  | Chetma |
| 19     | 71      | 57     | 25,5   | 8      | 2,24 | 3,19 | G      | Mâle  | Chetma |
| 20     | 66      | 54     | 23,5   | 7      | 2,30 | 3,36 | G      | Mâle  | Chetma |
| 21     | 64      | 52     | 23     | 7      | 2,26 | 3,29 | G      | Mâle  | Chetma |
| 22     | 67,5    | 54     | 26     | 8      | 2,08 | 3,25 | T C    | Mâle  | Chetma |
| 23     | 68      | 53     | 26     | 8      | 2,04 | 3,25 | T D    | Mâle  | Chetma |
| 24     | 62,5    | 51     | 23,5   | 7      | 2,17 | 3,36 | G      | Mâle  | Chetma |
| 25     | 61      | 49     | 21     | 7      | 2,33 | 3,00 | G      | Mâle  | Chetma |
| 26     | 65      | 53,8   | 22,4   | 7,3    | 2,40 | 3,07 | G      | Mâle  | Chetma |
| 27     | 65,7    | 51,2   | 23     | 7,1    | 2,23 | 3,24 | G      | Mâle  | Chetma |
| 28     | 59,9    | 47,2   | 21     | 6,7    | 2,25 | 3,13 | G      | Mâle  | Chetma |
| 29     | 61,2    | 47,4   | 22     | 7,1    | 2,15 | 3,10 | G      | Mâle  | Chetma |
| 30     | 63,8    | 55     | 23,6   | 7,1    | 2,33 | 3,32 | G      | Mâle  | Chetma |
| 31     | 67      | 55     | 24     | 7,5    | 2,29 | 3,20 | G      | Mâle  | Chetma |
| 32     | 63      | 53,7   | 22,1   | 7,1    | 2,43 | 3,11 | G      | Mâle  | Chetma |
| 33     | 63,5    | 53,1   | 22,5   | 7,1    | 2,36 | 3,17 | G      | Mâle  | Chetma |
| 34     | 66,4    | 55     | 24,7   | 7,4    | 2,23 | 3,34 | G      | Mâle  | Chetma |
| 35     | 62,1    | 51,2   | 22,5   | 7,1    | 2,28 | 3,17 | G      | Mâle  | Chetma |
| 36     | 68      | 57     | 25     | 7,9    | 2,28 | 3,16 | G      | Mâle  | Tolga  |
| 37     | 68      | 55     | 24     | 7,1    | 2,29 | 3,38 | G      | Mâle  | Tolga  |
| 38     | 68      | 55     | 27     | 7      | 2,04 | 3,86 | S      | Mâle  | Tolga  |
| 39     | 67      | 54     | 24     | 7      | 2,25 | 3,43 | G      | Mâle  | Tolga  |
| 40     | 67      | 55     | 24     | 6,9    | 2,29 | 3,48 | G      | Mâle  | Tolga  |
| 41     | 70      | 56     | 24,5   | 7,9    | 2,29 | 3,10 | G      | Mâle  | Tolga  |
| 42     | 68      | 55     | 25     | 7,2    | 2,20 | 3,47 | G      | Mâle  | Tolga  |
| 43     | 74      | 60     | 28     | 7,5    | 2,14 | 3,73 | G      | Mâle  | Tolga  |
| 44     | 68      | 56     | 25,5   | 7,4    | 2,20 | 3,45 | G      | Mâle  | Tolga  |
| 45     | 63      | 55     | 21     | 6,8    | 2,62 | 3,09 | G      | Mâle  | Tolga  |
| 46     | 63      | 56     | 21     | 6,2    | 2,67 | 3,39 | G      | Mâle  | Tolga  |
| 47     | 68      | 55     | 24,5   | 7      | 2,24 | 3,50 | G      | Mâle  | Tolga  |
| 48     | 65      | 54     | 25     | 7      | 2,16 | 3,57 | G      | Mâle  | Tolga  |
| 49     | 69      | 56     | 24,5   | 7,2    | 2,29 | 3,40 | G      | Mâle  | Tolga  |
| 50     | 67      | 55     | 24     | 7,1    | 2,29 | 3,38 | G      | Mâle  | Tolga  |
| 51     | 65      | 67     | 22,5   | 7,1    | 2,98 | 3,17 | G      | Mâle  | Tolga  |
| 52     | 69      | 56     | 25     | 7,4    | 2,24 | 3,38 | G      | Mâle  | Tolga  |
| 53     | 66      | 55     | 24     | 7      | 2,29 | 3,43 | G      | Mâle  | Tolga  |
| 54     | 69      | 57     | 25     | 7,1    | 2,28 | 3,52 | G      | Mâle  | Tolga  |
| 55     | 65      | 54     | 28,5   | 7,2    | 1,89 | 3,96 | S      | Mâle  | Tolga  |
| 56     | 69      | 56     | 24     | 7,5    | 2,33 | 3,20 | G      | Mâle  | Tolga  |

**LC** : Longueur du corps – **E** : Elytre – **F** : fémur – **C** : Largeur capsule céphalique **E/F** : Elytre sur Fémur – **F/C** : Fémur sur capsule céphalique

## Annexe 2



**Figure 38** – Programme informatique de dessin de l'abaque morphométrique