

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE FERHAT ABBAS – SETIF -

THESE

Présentée à la Faculté des Sciences
Département de Biologie
Pour l'obtention du Diplôme de

DOCTORAT D'ETAT

Option: Biologie Animale

Par

Mr. BOUNECHADA MUSTAPHA

THEME

**Recherches sur les Orthoptères.
Etude bioécologique et essais de lutte biologique
sur *Ocneridia volxemi* Bol. (Orthoptera, Pamphagidae)
dans la région de Sétif.**

Soutenue le: 16 /12/ 2007

Devant le jury

Président	Pr. KAABECHE MOHAMED	Prof. Université Ferhat Abbas Sétif
Rapporteur	Pr. DOUMANDJI SALAH EDDINE	Prof. INA, Alger
Examineur	Dr. BAZIZ BELKACEM	M. C. INA, Alger
Examineur	Dr. LAMARI MALIK	M. C. Université Hadj Lakhdar Batna
Examineur	Dr. HARZALLAH DAOUD	M. C. Université Ferhat Abbas Sétif

AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS

Ce travail de thèse a été réalisé au sein du Laboratoire de l'Amélioration et du Développement de la Production Végétale et Animale (A.D.P.V.A) de la Faculté des Sciences de l'Université Ferhat Abbès de Sétif, en collaboration avec d'autres Laboratoires de La Faculté des Sciences.

Ce document se compose d'une introduction générale, cinq chapitres et une conclusion avec perspectives.

Qu'il nous soit permis de remercier toutes les personnes qui, à des titres divers, ont participé de près ou de loin à son élaboration.

Ainsi, je voudrais exprimer ma profonde gratitude et ma sincère reconnaissance à Monsieur le Professeur **Doumandji Salah Eddine** du Département de Zoologie Agricole et forestière de l'Institut National Agronomique d' El-Harrach (Alger), qui m'a prodigué sans parcimonie, tout au long de ce travail, conseils et encouragements. Je lui témoigne ici toute mon admiration pour ses qualités scientifiques, son esprit et son dynamisme dont il a fait preuve pour diriger ce travail.

Je remercie vivement Monsieur le Professeur **Ciplak Battal** de l'Université d'Akdeniz Antalya (Turquie), qui m'a accueilli à deux reprises dans son laboratoire pour, et qui m'a beaucoup aidé dans la réalisation de ce travail. Je suis heureux de lui faire-part de ma gratitude et ma sincère reconnaissance.

Je remercie les membres du jury pour m'avoir fait l'honneur de juger ce travail :

- Monsieur **KAABACHE M.**, Professeur au Département de Biologie de l'Université FERHAT ABBAS de Sétif que nous remercions de l'attention qu'il a toujours manifestée à notre égard et qui nous fait l'honneur de présider notre jury;

- Monsieur **Baziz B.**, Maître de Conférences au Département de Zoologie Agricole et forestière de l'Institut National Agronomique d' El-Harrach (Alger), que nous remercions de l'intérêt qu'il a porté à notre étude et des encouragements qu'il nous a formulés;

- Monsieur **Lamari M.**, Maître de conférences à l'Université Hadj Lakhdar de Batna, du Département d'Agronomie, qui a bien voulu accepter de lire ce travail et qui nous honore de sa présence dans notre jury;

- Monsieur **Harzallah D.**, Maître de conférences au Département de Biologie de l'Université Ferhat Abbas de Sétif qui a toujours suivi avec beaucoup d'intérêt nos travaux.

Je voudrais aussi adresser un grand merci et un salut cordial et chaleureux à tous mes collègues du Département de Biologie et des autres Facultés et du Rectorat pour leurs encouragements.

Enfin un grand merci pour ma famille pour son indulgence et sa patience.

LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES

TABLEAUX

Tableau II.1 : Classification des Acridoidea (Caelifera) en Algérie.

Tableau III.1 : Caractéristiques et variables écologiques retenues

Tableau III.2: Concentrations des extraits de *Melia azedarach* et *Eucalyptus globulus* utilisées sur les larves L5 d' *Ocneridia volxemi*.

Table III.3:Concentrations des extraits de *Melia azedarach* utilisées sur les adultes d' *Ocneridia volxemi*.

Tableau IV.1: Coefficients faunistiques des orthoptères récoltés dans la région de Sétif

Tableau IV.2 : Diversité des cycles de vie des orthoptères de la région de Sétif

Tableau IV.3 : Données morphométriques des imagos mâles et femelles d' *O.volxemi*

Tableau IV.4 : Quelques caractères morphologiques des larves d' *Ocneridia volxemi*

Tableau IV.5: Durée des stades larvaires (en jours) d' *Ocneridia volxemi* (Bolivar, 1878) dans la région de Sétif.

Tableau IV.6: Durée moyenne de chaque stade et consommation journalière moyenne de chacun des stades larvaires d'un mm² de blé dur chez *O. volxemi*.

Tableau IV.7 : Coefficient d'évolution de la consommation en fonction du poids

FIGURES

Figure I.1a: Carte administrative représentative de la région de Sétif.

Figure I.1b: Carte représentative des zones d'étude de la région de Sétif

Figure I. 2: Variation inter-annuelle des précipitations de 1980 à 2000 dans trois stations types.

Figure I. 3 : Régimes saisonniers de quelques stations types

Figure I.4: Régime thermique de trois stations types de la région de Sétif

Figure I. 5 : Diagrammes ombrothermiques de quelques stations types

Figure I. 6 : Climagramme d'Emberger de l'Algérie

Figure II.1 : Distribution géographique du genre *Ocneridia*

Figure III.1 : Localisation des stations intensives d'étude dans la région de Sétif

Figure III.2 : Variation des précipitations mensuelles a- station de Sétif (zone centrale), b- station Amoucha (Zone nord) et c- station de Guellal (Zone sud).

Figure IV.1 : Spectre zoologique de la composition biotique des orthoptères

Figure IV.2 : Richesse spécifique par zone d'étude pendant la durée d'étude de la région de Sétif

Figure IV.3 : Fréquence centésimale des 36 espèces recensées dans les 325 relevés dans la région de Sétif

Figure IV.4: Phénologie des principales espèces d'orthoptères dans la région de Sétif durant 1996 et 1997.

Figure IV.5 : Analyse factorielle des correspondances des variables de la matrice Ecologie/espèces:
Distribution des variables écologiques définie par les axes F1x F2

Figure VI.6: Analyse factorielle des correspondances des variables de la matrice Ecologie/espèces:
Distribution des espèces définie par les axes 1 et 2

Figure IV.7 : Analyse factorielle des correspondances des variables de la matrice Ecologie/espèces:
Distribution des variables écologiques définie par les axes 1 et 3.

Figure IV.8 : Analyse factorielle des correspondances des variables de la matrice Ecologie/espèces:
Distribution des variables écologiques définie par F1x F4

Figure IV.9 : Dendrogramme de la Classification Ascendante Hiérarchique des espèces d'orthoptères en fonction des 32 variables écologiques

Figure IV.11 : Nombre d'espèces végétales consommées par les deux sexes d'*O.volxemi*

Figure IV.12 : Fréquence des Poacées (graminées) dans le régime alimentaire d'*O.volxemi* en fonction des stades de développement

Figure IV.13: Effet des trois concentrations des extraits huileux des fruits de *Melia azedarach* sur la consommation des larves d'*Ocneridia volxemi*

Figure IV.14: Pourcentage de mortalité cumulé des larves (L5) d'*O. volxemi* traités avec les trois concentrations des extraits huileux des fruits de *Melia azedarach*

Figure IV.15: Taux de consommation cumulé chez les adultes d' *O.volxemi* traités avec les différentes doses et extraits de *M. azedarach*

Figure IV.16: Taux de mortalité cumulé sur les adultes d' *O.volxemi* traités avec les différentes doses et extraits de *M. azedarach*

Figure IV.17: Effet des trois concentrations des extraits aqueux des fruits de *Melia azedarach* sur la consommation des larves d'*Ocneridia volxemi*

Figure IV.18 : Pourcentage de mortalité cumulé des larves (L5) d'*O. volxemi* traités avec les trois concentrations des extraits aqueux des fruits de *Melia azedarach*

Figure IV. 19 : Pourcentage de mortalité cumulé des larves (L5) d'*O. volxemi* traités avec les 3 concentrations des extraits aqueux des feuilles de *E. globulus*

Figure IV.20: Pourcentage moyen de mortalité cumulé des larves d' *Ocneridia volxemi* traités avec les quatre concentrations de conidies de *B. bassiana* en milieu huileux.

Figure IV.21: Pourcentage moyen de mortalité cumulé des adultes d'*Ocneridia volxemi* traités avec les quatre concentrations de conidies de *B. bassiana* en milieu huileux.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
-----------------------------------	----------

CHAPITRE I: GENERALITES SUR LA REGION D'ETUDE

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	5
1.1. La zone septentrionale.....	5
1.2. La zone centrale.....	6
1.3. La zone méridionale.....	6
2. CLIMATOLOGIE	9
2.1. Pluies	10
2.2. Températures.....	11
2.3. Bioclimat.....	11
3. CONCLUSION SUR LE MILIEU D'ETUDE.....	18

CHAPITRE II : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

1. CARACTERISTIQUES DU PEUPEMENT ORTHOPTEROLOGIQUE.....	19
1.1. Systématique.....	19
1.2. Biologie.....	21
1.3. Eco-éthologie.....	22
1.4. Régime alimentaire	25
1.5. Répartition géographique.....	25
1.6. Facteurs environnementaux influençant la dynamique des populations.....	26
1.7. Importance économique.....	31
1.8. Contrôle des orthoptères	32
2. CARACTERISTIQUES DES PAMPHAGIDAE.....	37
2.1. Systématique.....	37
2.1.1. Le genre <i>Ocneridia</i> et ses espèces.....	38
2.2. Répartition géographique.....	38
2.2.1. Famille et sous-familles.....	37
2.2.2. Le genre <i>Ocneridia</i> et ses espèces.....	38
2.3. Biologie.....	40
2.4. Ecologie.....	42
2.5. Importance économique.....	43

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

1. PEUPEMENT ORTHOPTEROLOGIQUE.....	44
1.1. Plan d'échantillonnage.....	44
1.2. Inventaire de la faune orthoptérologique.....	43
1.3. Techniques d'échantillonnages utilisées.....	50
1.4. Analyse statistique des données.....	53
2. ETUDE DE LA POPULATION A OCNERIDIA VOLXEMI.....	56
2.1. Techniques utilisées.....	56
2.1.1. Technique des quadrats	55
2.1.2. Technique de capture-recapture.	55
2.2. Aspects biologiques.....	57

2.2.1. Détermination du nombre de stade larvaire.....	57
2.2.2. Cycle biologique d' <i>Ocneridia volxemi</i>	58
2.2.3. Estimation du cycle par les degrés-jours.....	58
2.3. Aspects écologiques.....	59
2.3.1. Etude de la structure de la population à <i>Oneridia volxemi</i>	59
2.3.2. Méthode d'évaluation des déplacements.....	59
2.3.3. Méthodes d'évaluation des effectifs de populations.....	60
2.4. Méthodes d'étude du régime alimentaire.....	61
2.5. Méthodes d'étude de la consommation.....	62
2.6. Méthodes d'essais de lutte biologique.....	63
2.6.1. Par les extraits des végétaux	63
2.6.2. Par l'entomophthoral : <i>Beauveria bassiana</i>	66
2.7. Méthodes d'analyse statistique des données.....	68

CHAPITRE IV : RESULTATS

1. LE PEUPEMENT ORTHOPTEROLOGIQUE.....	69
1.1. Inventaire de la faune orthoptérologique.....	69
1.1.1. Au niveau de la région.....	69
1.1.2. Par zone d'étude.....	70
1.2. Fréquence des espèces et importance économique.....	72
1.3. Aspects biologiques des orthoptères de la région d'étude.....	72
1.4. Analyse autoécologique des orthoptères de la région d'étude.....	83
1.4.1. Par l'Analyse Factorielle des Correspondance (AFC).....	83
1.4.2. Par Classification Ascendante Hiérarchique (CAH).....	86
1.4.3. Influence des paramètres environnementaux sur les orthoptères.....	90
2. ETUDE DE LA POPULATION A OCNERIDIA VOLXEMI.....	92
2.1. Position systématique.....	92
2.2. Etude morphologique.....	92
2.3. Etudes biologiques.....	94
2.3.1. Nombre des stades larvaires par la méthode biométrique.....	94
2.3.2. Etude du cycle biologique d' <i>O. volxemi</i> dans les stations types.....	96
2.3.3. Estimation de la durée de cycle de vie par les degrés-jours.....	97
2.4. Etude écologique.....	98
2.4.1. Structure de la population.....	98
2.4.2. Effectifs de la population d' <i>Ocneridia volxemi</i>	99
2.4.3. Evaluation des déplacements des adultes	99
2.4.4. Facteurs de pullulation.....	100
2.5. Régime alimentaire.....	100
2.5.1. Des larves.....	100
2.5.2. Des adultes.....	100
2.6. Etude de la consommation.....	102
2.6.1. Evolution de la consommation par rapport au développement	102
2.6.2. Evolution de la consommation par rapport au poids.....	103
2.7. Essais de biocontrôle d' <i>O. volxemi</i>	104
2.7.1. Par les extraits des végétaux.....	104
2.7.2. Par l'entomophthoral <i>Beauveria bassiana</i>	111

CHAPITRE V: DISCUSSION

1. LE PEUPLEMENT ORTHOPTEROLOGIQUE.....	113
1.1. Inventaire de la faune orthoptérologique.....	113
1.3. Biologie des orthoptères de la région d'étude.....	113
1.4. Ecologie des orthoptères de la région d'étude.....	115
2. LA POPULATION A OCNERIDIA VOLXEMI.....	116
2.2. Morphologie.....	116
2.3. Biologie.....	116
2.4. Ecologie.....	117
2.5. Régime alimentaire.....	119
2.6. La consommation.....	121
2.7. Lutte biologique.....	122
 CONCLUSION GENERALE.....	 124
 BIBLIOGRAPHIE.....	 129
 ANNEXES.....	 I

INTRODUCTION GENERALE

Les orthoptères notamment les acridiens migrateurs, ont fait l'objet de nombreux travaux sur le plan écologique et biologique, travaux suscités en particulier par les ravages causés. Cependant les recherches sur les acridiens non migrateurs "Sautériaux" sont restreintes et se sont limitées surtout aux acridiens grégariaptés.

Par ailleurs, dans le monde, les orthoptères ont été sujets de nombreuses recherches depuis les travaux de Chopard (1943) et d'Uvarov (1962) jusqu'à l'heure actuelle. Elles ont touché plusieurs aspects. Sur le plan bioécologique nous citerons entre autres, les travaux de Duranton & Lecoq (1980); Chernyakhovskii & Ravina (1997), Ciplak *et al.* (1993), El Ghadraoui (2002), El Ghadraoui *et al.* (2003); sur le plan systématique on peut citer les recherches effectuées par Défaut (1988), Ciplak *et al.* (1996) et Ciplak (2000). Toutes ces études ont fait l'objet d'ouvrages de synthèse tels ceux de Chopard (1938, 1943); d'Uvarov (1962,1977); de Dirsh (1965, 1975). A côté de ces travaux, il existe toute une série de recherches portant sur les acridiens non migrateurs qui ont été effectuées dans des pays aussi divers que, l'Algérie, la Tunisie, le Maroc, l'Egypte, la Syrie, le Canada, de l'Amérique du sud et le continent européen.

En Afrique du nord, le problème des insectes nuisibles dont les acridiens a été de tout temps et reste l'une des préoccupations majeurs des agriculteurs. L'Algérie, faisant partie de cette région n'a pas été épargnée. A l'échelle nationale des dégâts très importants sur diverses cultures ont été signalés dans différentes régions du pays notamment sur les hauts plateaux. Ces pertes sont attribuées le plus souvent aux insectes appartenant à différents ordres. Dans la région de Sétif nous citerons entre autres l'hémiptère *Aelia germari* sur les céréales Bounechada & Fenni (2005), Chaker & Bounechada (2005), Fenni & Bounechada (2005); les Coléoptères défoliateurs (Benkhelil, 1991, Bénia *et al.* 2005) et phytophages Bounechada, (1991) et les orthoptères nuisibles tels que *Ocneridia volxemi* (Bounechada & Doumandji, 1994, 1999), Bounechada *et al.* (2006); *Praephippiger pachygaster* (Fellaouine & Louveaux; 1993, 1994). S'agissant des espèces d'orthoptères nuisibles en Algérie, plusieurs travaux ont été réalisés dans différentes régions. Nous citerons entre autres, ceux de Chara (1987) et Fellaouine (1984), Doumandji *et al.* (1992), Fellaouine & Louveaux (1993). Ce n'est qu'au début des années 1980 que les entomologistes algériens, sous la direction des

Professeurs Doumandji et Doumandji-Mitiche, ont réellement donné l'importance à l'étude des orthoptères sur le plan systématique et bioécologique. Nous pouvons citer entre autres, les travaux de Benhalima (1983), Chara (1987), Fellaouine (1984, 1989), Hamdi (1992), Ould El Hadj (1992), Tirai (1994)... Ces travaux ont touché plusieurs aspects : Taxonomique, biologique, écologique, régime alimentaire et moyens de lutte. Parmi les chercheurs qui se sont penchés sur le plan acridien nous citerons les études réalisées par Chara (1987); Fellaouine (1984, 1989), Doumandji *et al.* (1993), Fellaouine & Louveaux (1993), Doumandji-Mitiche (1997); Bounechada & Doumandji (2003) et Bounechada *et al.* (2006).

Malgré ces travaux, les connaissances du point de vue biologique et écologique sur la faune orthoptérienne de l'Algérie restent très insuffisantes surtout, celles qui se rapportent aux acridiens non migrateurs (sautériaux). Les recherches sur ces derniers sont très importantes car, lorsqu'ils pullulent, ils peuvent provoquer des dégâts importants sur diverses cultures. La région de Sétif a été l'une des victimes de ces insectes, où des pertes considérables ont été enregistrées notamment sur les céréales et les cultures maraîchères notamment durant les années 1984 et 1986.

Pour contrôler ces insectes nuisibles dans la région l'utilisation d'insecticides est d'usage très fréquent et ne cesse d'augmenter d'année en année, qui le plus souvent cause des effets néfastes sur l'homme et l'environnement. Le recours à des moyens de lutte plus propres est devenu une nécessité. Pour se faire les connaissances sur la biologie et l'écologie de l'insecte ou des insectes cibles (problématiques) sont indispensables.

C'est dans ce sens que nous avons jugé nécessaire dans un premier temps, d'entreprendre une recherche globale sur les orthoptères de la région de Sétif en touchant des aspects tels que l'inventaire et la bioécologie de cette entomofaune et dans un second temps nous abordons une étude particulière sur la population *Ocneridia volxemi*, car on ne dispose cependant que de très peu d'informations sur cette espèce, hormis celles de Boudegzdame (1980). En effet, très peu de littérature a été écrite sur ce Pamphagidae malgré le danger qu'il peut représenter sur l'agriculture lorsqu'il pullule. Des informations biologiques comme sur le cycle de vie, écologiques comme sur les facteurs écoenvironnementaux régissant la dynamique de population, sur le régime alimentaire, sur la consommation et l'impact de cette

espèce sur la production primaire, sur les moyens de lutte biologiques pour le contrôle de ce fléaux sont d'un grand apport pour de telles études.

Dans le présent travail qui concerne l'étude du peuplement des orthoptères et la population à *Ocneridia volxemi* (Orthoptera, Pamphagidae) a eu pour cadre les hautes plaines sétifiennes, qui couvrent du point de vue biogéographique, principalement la partie occidentale des hauts plateaux Constantinois et la frange méridionale du secteur du tell Constantinois, toutes deux de la région méditerranéenne. Le but de cette thèse consiste à faire l'inventaire de la faune orthoptérienne, de connaître et cerner les facteurs qui influencent sa répartition et d'étudier la bioécologie d'une population à *Ocneridia volxemi*. Pour atteindre ce but nous avons posé plusieurs questions:

- Quelle est la composition taxonomique des orthoptères des hautes plaines sétifiennes ?
- Quelles sont la biologie et l'écologie des espèces inventoriées ?
- Quelles sont les espèces les plus fréquentes et les plus nuisibles ?
- Quels sont les facteurs écologiques responsables de la répartition spatiale de ces espèces?
- Quelles sont les variations saisonnières et les cycles biologiques des principales espèces ?
- Quelles sont la bioécologie, le régime alimentaire et les moyens de lutte biologique vis-à-vis de l'espèce problématiques qui est *Ocneridia volxemi* ?

Ces questions ont été traitées dans le contexte de mettre à jour la liste des orthoptères de la région de Sétif qui a subit beaucoup de changement ces dix dernières années sur le plan climatique et agricole (intensification de l'agriculture ou bien l'abondant des terres) et de mieux connaître la biologie et l'écologie et les moyens de lutte qu'on peut mettre en oeuvres vis-à-vis de cette espèce problématique pour l'agriculture dans la région d'étude. Elles constituent les deux grandes parties de cette thèse. Chacune de ces questions a été déclinée en une série d'objectifs qui serviront de trame de réflexion dans chacune des parties. La première partie traitera donc le peuplement d'orthoptère et la seconde traitera la population à *Ocneridia volxemi*.

Pour se faire nous avons divisé la présente étude en cinq chapitres: Après une introduction générale, nous présentons dans le premier chapitre la région d'étude où nous analysons ses caractéristiques géomorphologiques, pédologiques et climatiques. Ces renseignements, ainsi que d'autres, sont nécessaires à l'élaboration du plan d'échantillonnage et à la compréhension de l'écologie, la biologie des espèces orthoptériennes. Dans le deuxième

chapitre, nous donnons un aperçu bibliographique sur les aspects étudiés dans le cadre de ce travail. Le troisième chapitre est consacré aux méthodes utilisées dans cette étude. Ainsi, nous abordons le plan d'échantillonnage adopté pour la réalisation des relevés zooécologiques et les méthodes appliquées pour étudier la biologie et le cycle biologique des principales espèces nuisibles, ainsi que les méthodes de traitement statistique utilisées. Dans le quatrième chapitre nous présentons les résultats obtenus. Enfin dans le cinquième et dernier chapitre nous discutons ces résultats par rapport à d'autres travaux obtenus en Algérie et dans le monde. Ainsi nous présentons par ordre, pour le peuplement orthoptérologique : l'inventaire faunistique, la biologie et l'écologie des espèces récoltées et enfin le cycle biologique des principales espèces nuisibles dans la région de Sétif. Pour la population à *Ocneridia volxemi* : une analyse biologique et écologique, une étude du régime alimentaire, qui va nous permettre de mieux définir l'importance de la végétation dans la vie et la répartition spatiale de cette espèce, son impact sur la végétation et enfin des essais de lutte biologique contre cette espèce par l'utilisation des extraits de plantes et l'utilisation de l'entomophtoral *Beauveria bassiana*.

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LA REGION D'ETUDE

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

La répartition des orthoptères ou tout autre insecte est variable selon les caractéristiques du milieu. Il arrive qu'on trouve une espèce dans un milieu donné et non dans un autre. C'est pourquoi nous avons jugé utile de donner un aperçu sur la région d'étude qui est représentée par les hautes plaines sétifiennes.

Située dans le nord-est algérien, la région de Sétif s'enferme dans les frontières naturelles qui sont au nord les premiers contreforts du massif des Babors, et au sud les monts orientaux du Hodna : le massif de Boutaleb, à l'Est par la plaine de Tadjnent et à l'Ouest par la plaine de Bordj-Bou-Arréridj. Elle se situe géographiquement entre 05°00' 06°00' de longitude Est et entre 35°40' et 36°35' de latitude Nord. La région d'étude s'étend sur une superficie de 6504 Kilomètres carrés soit 0,27 % de la surface du territoire national, comprend 60 communes réparties sur 20 daïrates (Fig. I.1.a). Administrativement, d'après la loi 09/84, elle est limitée par plusieurs wilayets : au nord par Béjaïa et Jijel, à l'est par Mila et Oum-el-Bouaghi, au sud par Batna et M'sila et à l'ouest par Bordj Bou Arreridj. La ville de Sétif est distante de 300 Km d'Alger la capitale. Elle est à environ 100 Km de Béjaïa et 125 Km de Constantine et Batna. Selon les caractéristiques géomorphologiques, pédologiques et climatiques, la région de Sétif peut être subdivisée en trois zones septentrionale, centrale, et méridionale (Fig. I.1.b).

1.1. La zone septentrionale

Appelée encore le Tell Sétifien se caractérise par un relief accidenté. L'altitude dépasse rarement les 1200 m sauf pour quelques axes montagneux constitués par les monts de Babor à l'extrême Nord culminant à 2004 m, au Sud-ouest de la zone Djebel Mégress, haut de 1734 m, au Nord-est les monts de Djémila sont formés essentiellement dans des marnes et du calcaire, leur altitude varie entre 800 et 1200 m Elle est de 1462 m au Djebel Chouf Aïssa, au Nord-ouest, et les monts de Bougâa et Guenzet formés dans des roches marno-calcaires et marnes gris imperméables, d'où une intense érosion (Sarrab, 1987). Ces monts leur altitude oscille entre 800 et 1000 m, elle atteint 1125 m au Djebel Boukhrasse.

A partir de ces axes montagneux, le relief s'abaisse doucement vers le Sud et se stabilise aux alentours de 950m aux environs de Sétif et El Eulma. Les sols de cette zone sont lourds

(Vertisols) reposant sur un substrat marno et marno-calcaire (Fenni, 2003). Notant que les précipitations varient entre 400 et 800 mm de pluie par an.

1.2. La zone centrale

Elle est très étroite et représente les hautes plaines sétifiennes proprement dites. Ces dernières se caractérisent par des vastes plaines à relief plat à onduler. Elle est représentée par des formations alluviales et colluviales. Elles reposent sur des pentes faibles ne dépassant guère 3 %. La topographie perd de son accentuation pour exposer de vastes étendues sans relief apparent dépourvues d'arbres, sauf le long de quelques oueds. C'est le domaine de la culture céréalière. L'altitude moyenne varie entre 950 et 1000 m.

Le flanc Sud du Djebel Mégress limite la zone centrale au Nord-ouest. Les sols de cette zone sont en majorité calci-magnésiques. Les précipitations moyennes oscillent entre 350 et 400 mm de pluies par an.

1.3. La zone méridionale

Elle se caractérise par un relief plat. L'altitude moyenne varie entre 900 et 1000 m. Nous distinguons dans cette zone, les plaines des sebkhas de Ain El-Hadjar caractérisées, comme leur nom l'indique, par la présence de plusieurs sebkhas et chotts, les plus importants sont chott Beida (875 m d'altitude), chott El-Fraïne (900 m), Sebkhât Bazer (910 m), Sebkhât El-Hamiet (900 m), Sebkhât Saboun (810 m). Le relief aplani autour d'une altitude moyenne de 900 m, est organisé autour de petites montagnes comme Djebel Z'dim (1258 m), Djebel Youssef (1442 m) et Djebel Boutaleb dont l'altitude dépasse les 1500 m, elle est de 1886 m. Leur relief est formé dans des roches de calcaires dures, des marnes et des grès. Cette chaîne limite les hautes plaines sétifiennes et constitue un écran entre ces dernières et la dépression du Chott El-Hodna. Ailleurs les sols sont calci-magnésiques (Fenni, 2003). Plus au sud de cette zone le relief s'accroît et l'altitude reprend de son élévation : ce sont les monts du Hodna. On note au niveau de cette zone 300 à 350 mm de pluies par an.

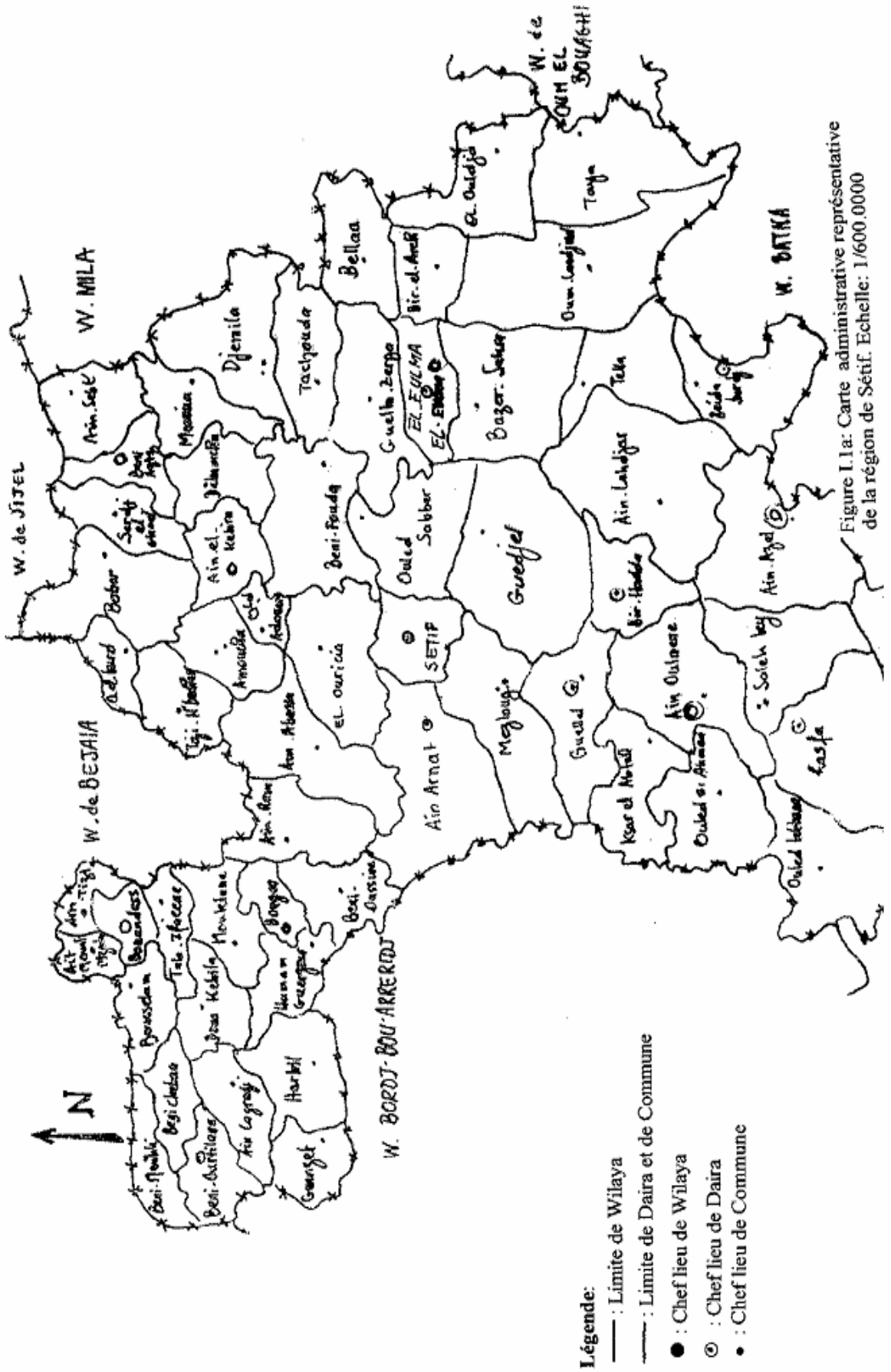


Figure 1.1a: Carte administrative représentative de la région de Sétif. Echelle: 1/600.000



Figure I.1b: Carte représentative des zones d'étude de la région de Sétif

2. CLIMATOLOGIE

L'influence du climat sur la dynamique des populations animales et végétales n'est plus à démontrer. L'étude du climat de la région d'étude nous paraît un des éléments utiles permettant de résoudre les problèmes rencontrés, surtout ceux concernant des insectes nuisibles aux végétaux de la région cas notamment des Orthoptères (Fellaouine 1984, 1989, Bounechada *et al.* 2006), Coléoptères (Benkhelil, 1991; Bounechada, 1991; Bénia *et al.* 2005) et Hémiptères (Bounechada & Fenni, 2004; Chaker & Bounechada, 2005; Fenni & Bounechada, 2005). Les hautes plaines sétifiennes se caractérisent par un climat de type méditerranéen avec une saison estivale longue, sèche et chaude, alternant avec une saison hivernale pluvieuse, fraîche si non froide allant de septembre à mai. D'une année à une autre, les pluies sont irrégulières (Fig.I.2).

Pour étudier le climat de notre région d'étude, nous avons utilisé, entre autre, les données des différentes stations de l'Office National de Météorologie existants dans la région d'étude pour la période 1980 - 2000, celles de Seltzer établies sur 25 ans (1913 – 1938), les moyennes pour la période 1930 – 1960 calculées par Mebarki (1984), la carte pluviométrique de l'Algérie établie par Chaumont & Paquin (1971) sur la base des moyennes annuelles de 1913 – 1961, la carte bioclimatique de l'Algérie du Nord dressée par Stewart en 1975 et l'étude bioclimatique de l'Est algérien réalisée par Cote en 1987.

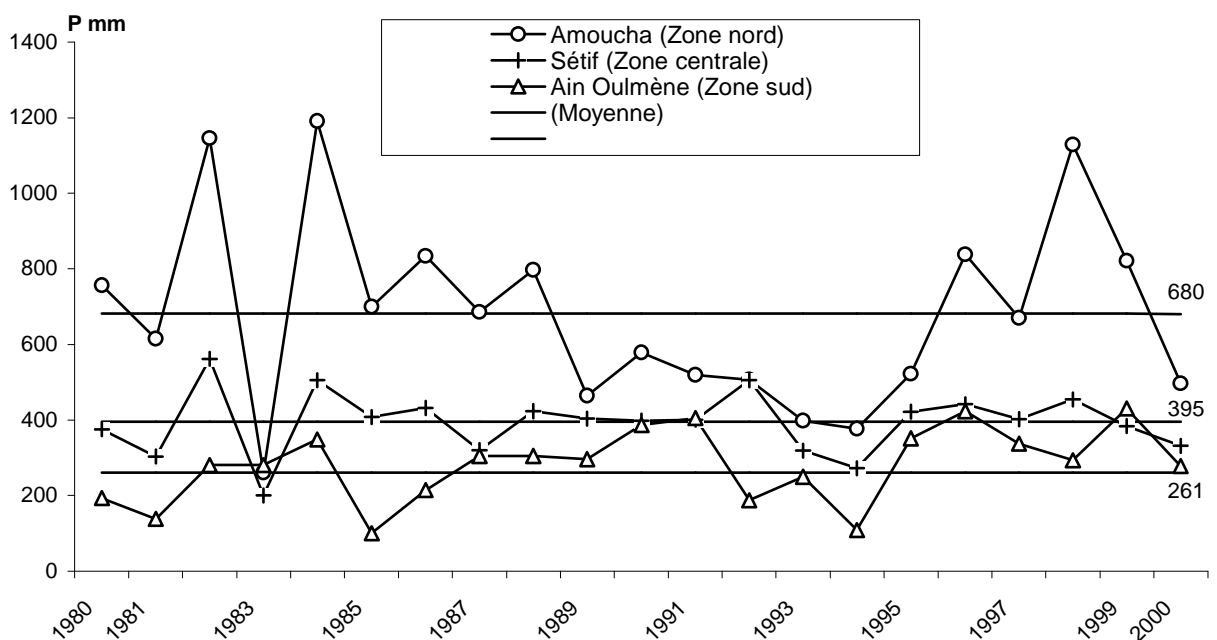


Figure I. 2: Variation inter-annuelle des précipitations de 1980 à 2000 dans trois stations types.

2.1. Les pluies

Selon Lecoq (1974) et Launois (1974) les précipitations influent directement ou indirectement sur la biologie, l'écologie et la distribution de ces insectes.

2.1.1. Variations mensuelles et annuelles des précipitations

Les quantités mensuelles et annuelles des pluies qui se déversent sur la région de Sétif font apparaître des variations temporelles (mois et années) et spatiales (stations). Les données pluviométriques sont présentées sur l'annexe I.1. L'examen des moyennes mensuelles révèle des nuances géographiques dans la répartition des pluies au cours de l'année, et montre une individualisation nette de la saison sèche d'été pour l'ensemble des stations : juillet, août, et juin sont dans l'ordre, les mois les plus secs de l'année. Par ailleurs, décembre correspond au mois le plus humide dans la majorité des stations (Fenni, 2003). Le nombre de jours de pluies décroît d'une manière générale en allant de la zone nord vers la zone sud. Les pluies méditerranéennes sont irrégulières en quantité et en qualité (Baldy, 1986). La distribution des précipitations est marquée d'une double irrégularité : inter-saisonnière et surtout interannuelles. Le rapport de la valeur la plus forte du total annuel des précipitations, durant la période 1980 – 2000, à la valeur la plus faible est de 2,8 à la station de Sétif, 4,3 à la station de Ain Oulmène et de 4,5 à la station Bouandas.

2.1.2. Régime saisonnier des précipitations

Le régime saisonnier dans les stations de la zone nord et celles de la zone centrale est presque partout de type Hiver-Printemps-Automne-Eté (HPAE). Par contre dans les stations de la zone centrale et méridionale, il est de type PAHE (Fig.I.3). L'hiver reste la saison la plus arrosée, le printemps et l'automne ont des hauteurs de pluies très proches. A l'échelle des stations de la zone méridionale, l'organisation des saisons n'est pas aussi homogène car elle dépend du régime pluviométrique propre à chaque secteur géographique. Hormis l'été, la différence, dans les quantités pluviométriques, entre les autres saisons demeure faible. Le régime saisonnier dominant est de type PAHE. Ceci s'explique, en partie, par les variations du régime thermique : du Nord au Sud, l'importance relative des pluies du semestre chaud s'accroît à mesure que l'influence maritime s'affaiblit au profit de l'influence de la continentalité. Les hautes plaines sétifiennes ont donc un climat méditerranéen original, modifié par la continentalité : ce sont en effet les hautes températures diurnes du printemps et du début de l'été, qui, génératrices d'orages expliquent ce régime pluviométrique (Brulé & Fontaine, 1990).

2.2. Températures

Les températures agissent tout le long du cycle biologique sur la croissance et le développement de la faune orthoptérologique. Elles agissent aussi en dehors de cette période, sur les phénomènes de diapause. Contrairement aux saisons pluviométriques, les saisons thermiques sont bien tranchées dans l'ensemble de la région d'étude : la saison chaude s'étend de mai à octobre, mois pendant lesquels les températures moyennes mensuelles sont supérieures à la moyenne annuelle, alors que la saison froide correspond à novembre – avril (Fig.I.4 et Annexe I.2). Le maximum des températures est atteint en juillet ou août autour de 33°C, et le minimum se situe en janvier, il est inférieur à 1,5°C dans la zone centrale et méridionale et supérieur à 2°C dans la zone nord.

La température minimale (m) nous renseigne sur la fréquence des gelées et sur la rigueur de l'hiver. La période des gelées blanches commence vers la fin du mois d'octobre et s'étale jusqu'au mois d'avril, le maximum est observé en hiver, aussi le cycle biologique des orthoptères connaît des interruptions de courtes durées pendant cette saison froide et humide.

L'amplitude thermique annuelle augmente progressivement du nord au sud : elle est de 30°C à Ain el-Kébira, 31,5°C à Sétif et 33,7°C à Ain Oulmène, celle des extrêmes ($M' - m'$) s'élève respectivement à 38,9°C, 40,7°C et 43,2°C (Fig.I.4).

2.3. Bioclimat

L'approche bioclimatique permet une vision plus synthétique du phénomène climatique, sous l'angle de ses impacts sur la faune. Plusieurs classifications ont été proposées se basant le plus souvent, sur le calcul d'un indice climatique en tenant compte principalement de la pluviosité et des températures. Afin de caractériser d'une manière objective le climat de notre région, nous avons fait appel à deux indices climatiques très classiques et souvent utilisés en Afrique du Nord : l'indice xérothermique de Bagnouls & Gaussen (1953) et le quotient pluviométrique d'Emberger (1952, 1955).

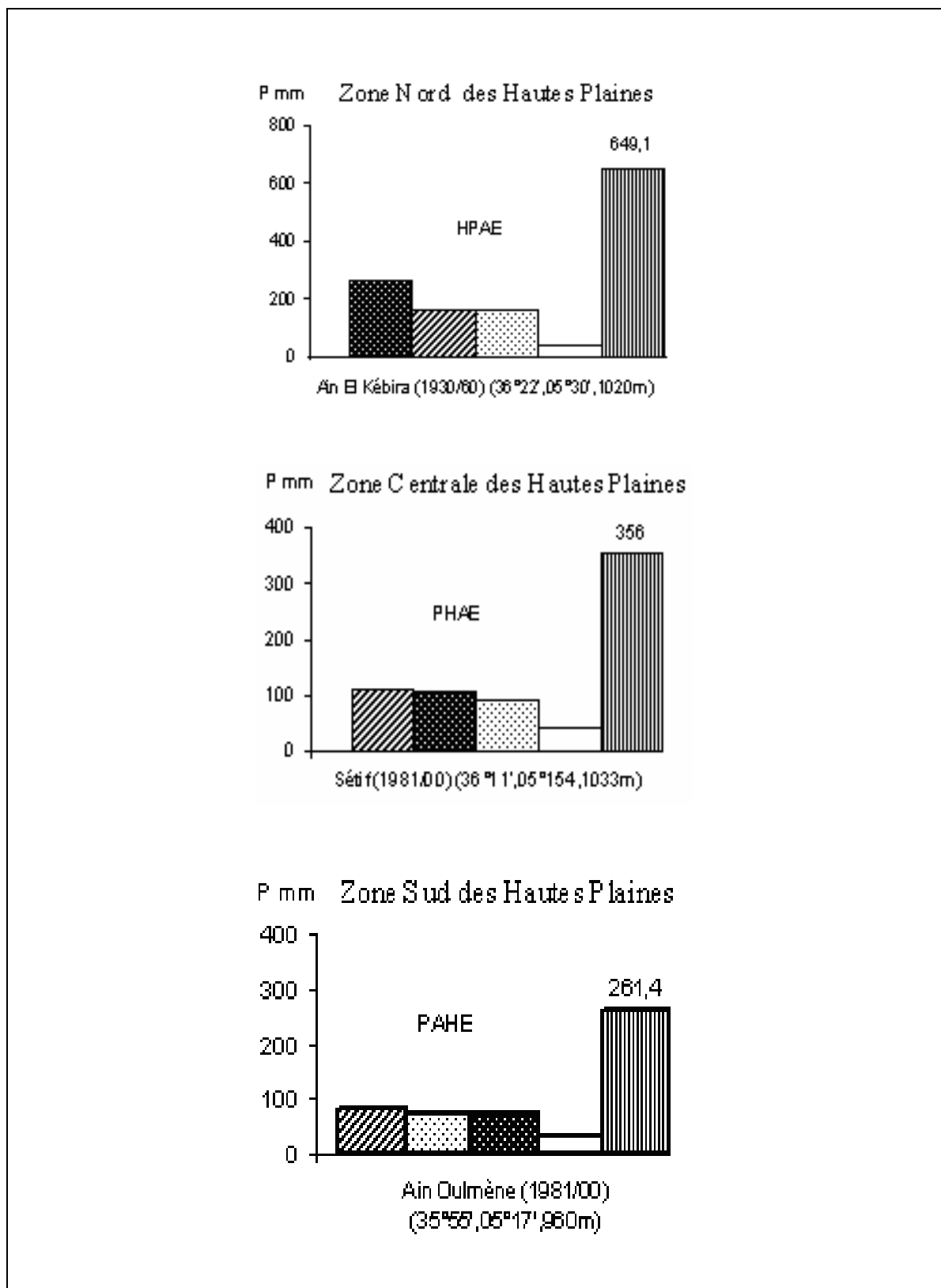


Figure I. 3 : Régimes saisonniers de quelques stations types.

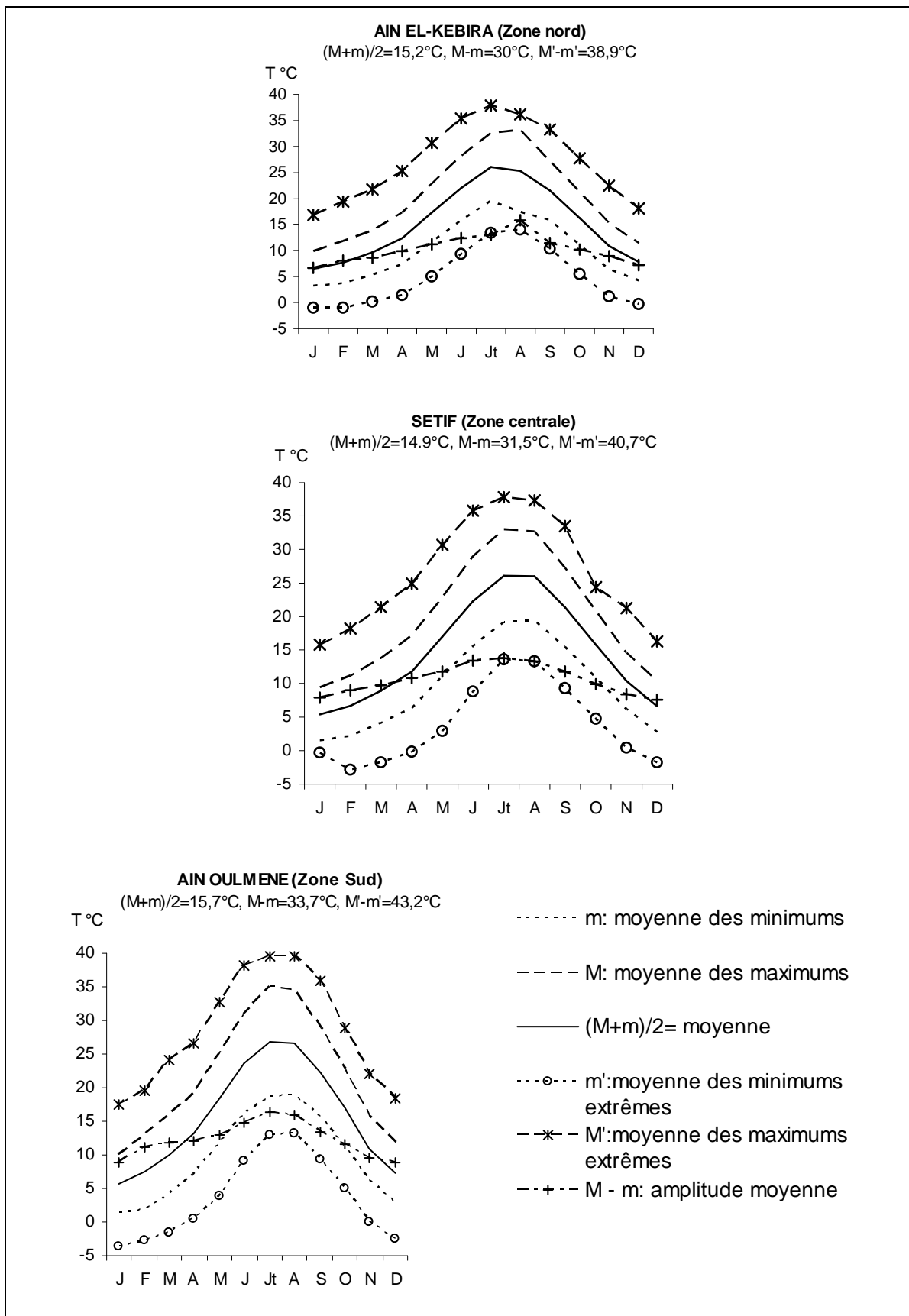


Figure I.4: Régime thermique de trois stations types de la région de Sétif

2.3.1. Saison sèche et indice xérothermique

La jonction des températures et de la pluviosité permet de définir des indices I de la sécheresse estivale, témoin du caractère méditerranéen de la région d'étude, il s'exprime par le rapport :

$$I = Pe / M$$

Pe = précipitation estivale en mm

M = moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en °C.

On considère qu'une station est soumise à un régime méditerranéen, lorsque I est inférieur à 7. Les valeurs de l'indice I calculé sur une moyenne de 16 à 20 années de quelques stations représentatives de la région d'étude sont rapportées dans le tableau suivant :

Stations	Pe (mm)	M (°c)	I
Ain Abessa (zone nord)	37,3	30,4	1,23
Sétif (zone centrale)	45,1	33,0	1,36
Ain Oulmène (zone sud)	33,5	35,0	0,96

Sur le plan temporel, il existe une nette coïncidence typiquement méditerranéenne entre le maximum thermique et le minimum pluviométrique, ce qui se traduit par une sécheresse marquée où l'évaporation atteint sa valeur plafond. La combinaison de ces deux principaux facteurs, températures et précipitations, est intéressante dans la mesure où elle permet de déterminer les mois véritablement secs qui correspondent selon la définition de Bagnouls et Gaussen (1953) basée sur le comportement de la végétation, aux mois où le total des précipitations est égal ou inférieur au double de la température moyenne mensuelle, soit $P \text{ mm} \leq 2T^{\circ}\text{C}$.

Dans les stations de la zone nord les mois secs se succèdent de juin à septembre d'où une saison sèche de quatre mois; dans les stations de la zone méridionale et centrale, elle est plus longue et dure en moyenne cinq à six mois, de mai à octobre (Fig.I.5 et Annexe I.3). L'allure relativement allongée et élevée des diagrammes ombrothermiques de ces stations montre la sévérité de la saison sèche pendant laquelle, dans cet ensemble géographique, les vents d'Est et du Sud peuvent faire passer les températures très largement au dessus de 40°C durant plusieurs jours.

L'indice xérothermique (IX) complète les diagrammes ombrothermiques, il tient compte de l'humidité atmosphérique et module la durée de la saison sèche en donnant le nombre de jour "biologiquement secs" (Halimi, 1980). Dans la zone nord, l'indice

xérothermique est inférieur à 100 d'où un climat de type méso-méditerranéen. Dans la zone centrale, le nombre de jours "biologiquement secs" est en moyenne de 113 (station de Sétif), donc le climat est de type thermo-méditerranéen avec un régime de température froid. Dans la zone sud, l'indice xérothermique est de 181 (station de Ain Oulmène), le climat est du type xérothermo-méditerranéen avec un régime thermique froid et un régime pluviométrique sec.

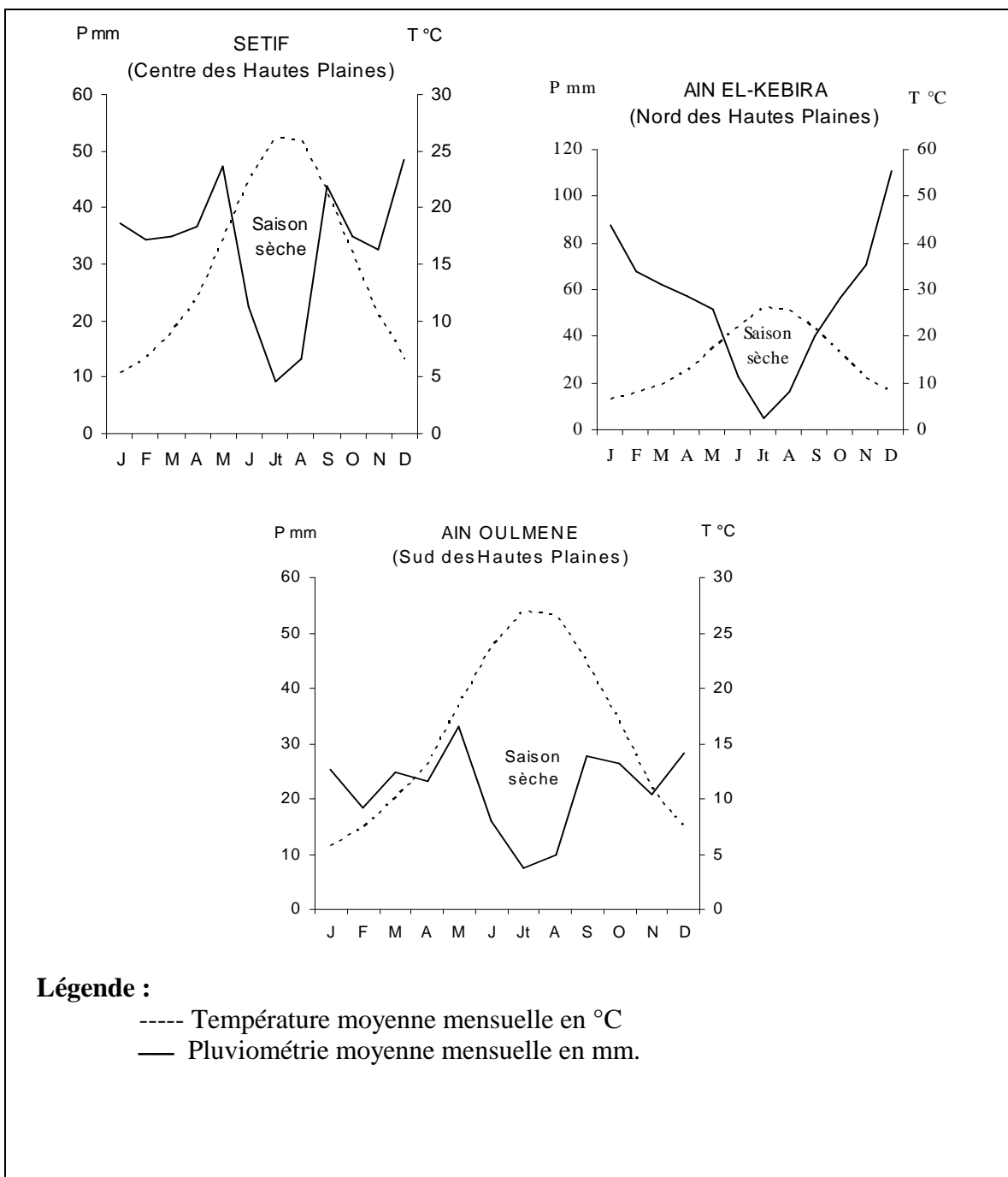


Figure I. 5 : Diagrammes ombrothermiques de quelques stations types

2.3.2. Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger

De même le quotient pluviométrique (Q_2), établi par Emberger (1952, 1955), permet de classer et de caractériser le climat méditerranéen. Il s'exprime par la formule suivante :

$$Q_2 = 1000 P / ((M+m)/2) (M-m)$$

P représente la moyenne annuelle des précipitations, M la moyenne des maximums du mois le plus chaud et m la moyenne des minimums du mois le plus froid, les températures ici sont exprimées en degrés Kelvin (K).

L'amplitude thermique extrême moyenne (M-m), qui approximativement intègre l'évapotranspiration (Kâabeche 1990), traduit la continentalité d'une station.

La formule précédente a été simplifiée par Stewart (1969) et devient :

$$Q_3 = 3,43 P / (M-m)$$

Les températures, cette fois ci, sont exprimées en degrés Celsius.

Le climagramme est composé de courbes d'isoxéricité tracées à partir de Q_2 et m les bioclimats adoptés sont subdivisés selon les valeurs de m, en variantes thermiques ou sous étages bioclimatiques (Fig.I.6). Portées sur le climagramme, les stations de la zone nord se placent dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver frais à doux, par contre celles de la zone centrale et méridionale, elles se positionnent dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais. Les récents changements climatiques ont déplacé certaines stations de la zone sud de l'étage bioclimatique semi-aride, où elles se trouvaient (Fenni, 2003), à l'étage bioclimatique aride, c'est le cas de Ain Oulmène, Ain Azel. L'interprétation des différentes cartes bioclimatiques relatives à notre région d'étude, (Stewart, 1975; Cote, 1987) et pluviométrique (Chaumont & Paquin, 1971) montre que le bioclimat dans les hautes plaines est partout de type semi-aride, il est particulièrement développé et l'espacement entre l'isohyète 500 mm au Nord et l'isohyète 300 mm au sud est très important. L'espacement entre les isohyètes 500 et 700 mm dans la zone nord à climat sub-humide est cependant moins important. A ces bioclimats, correspondent logiquement des types bien individualisés de faune et de flore.

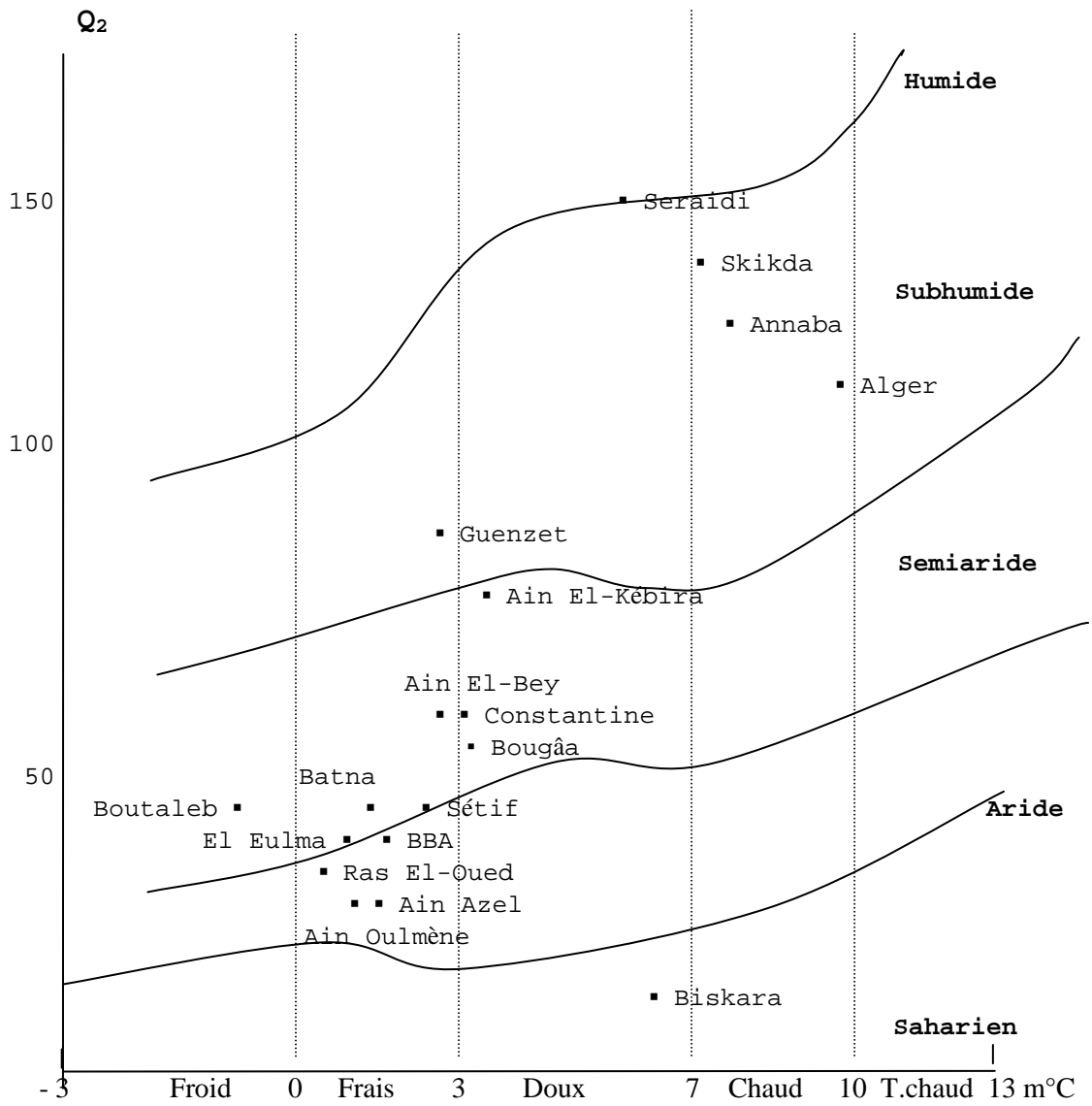


Figure I. 6 : Climagramme d'Emberger de l'Algérie.

3. CONCLUSION SUR LE MILIEU D'ETUDE

Nous pouvons énoncer que la région de Sétif qui a été le cadre de cette étude:

- fait partie des hautes plaines telliennes d'Algérie; selon des critères climatiques, géomorphologique, pédologique, cette région a été subdivisée en trois zones distinctes, septentrionale, centrale et méridionale.

- La majorité des sols de la région de Sétif sont calcimagnésiques. Ces sols se caractérisent le plus souvent par un PH basique et se réchauffent rapidement contrairement aux vertisols.

- Les précipitations sont très irrégulières d'une année à l'autre et parfois même cycliques. Les précipitations mensuelles sont mal réparties et très irrégulières. La période la plus pluvieuse se situe au cours de la période hivernale et la moins pluvieuse au cours de la période estivale. Le nombre de jours gelés est important, en moyenne il est de 65. La neige est très fréquente dans la région de Sétif notamment dans les stations de la zone septentrionale.

- Les températures moyennes mensuelles oscillent entre 5°C à janvier et 29°C à août. Les minima 5,17°C et les maxima 28,5 °C. Les gelées font leurs apparition dès le mois de novembre et jusqu'au mois d'avril Les amplitudes thermiques sont très importantes et croissent du nord vers le sud. La saison chaude s'étend de mai à octobre, mois pendant lesquels les températures moyennes mensuelles sont supérieures à la moyenne annuelle, alors que la saison froide correspond à novembre – avril. Le maximum des températures est atteint en juillet ou août autour de 33°C, et le minimum se situe en janvier, il est inférieur à 1,5°C. Dans les stations du nord, les mois secs se succèdent de juin à septembre d'où une saison sèche de quatre mois, dans les stations du centre et du sud, elle est plus longue et dure en moyenne cinq à six mois, de mai à octobre.

- La carte bioclimatique fait apparaître cinq étages bioclimatiques : le sub-humide tempéré domine dans l'extrême nord de la région d'étude (monts des Babors et Béni Ourtillane) ; le sub-humide frais domine dans les versants sud des monts des Babors, de Béni Aziz, Guenzet et Bouandes ; le sub-humide froid couvre Ain el Kébira, Djémila, Bougâa ; le semi-aride froid qui couvre la zone centrale et une partie est de la zone sud; et le semi-aride frais qui domine dans la partie ouest de la zone sud. Notant que le bioclimat dans sa majorité est du type semi-aride froid.

CHAPITRE II : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

1. CARACTERISTIQUES DU PEUPEMENT A ORTHOPTERE

Les 20.000 espèces appartenant à cet ordre sont réparties dans le monde avec une meilleure diversification dans les régions tropicales. Les orthoptères renferment plusieurs espèces nuisibles. La majorité des orthoptères sont des phytophages mais certaines espèces sont omnivores. Les femelles déposent leurs œufs dans le sol ou dans la végétation. Les orthoptères sont connus par leur faculté dans le saut et également par le son émanant surtout des mâles puisque les femelles typiquement ne produisent pas des sons. Leur activité est essentiellement diurne. Les organes de sons sont répartis différemment sur le corps de l'insecte selon les deux sous-ordres (Chopard, 1943).

Les premiers fossiles des orthoptères sont apparus au carbonifère supérieure, avec le premier Ensifère au Permien (Chopard, 1920) et le premier Caelifère dans le Triasique (Gorochov, 1995; Kukalova-Peck, 1991).

1.1. Systématique

Diverses classifications ont été proposées au cours des 30 dernières années. Pour le continent africain, nous citons entre autres parmi les plus récentes et les plus classiques celles, de Dirsh (1965 et 1975), Kevan (1982) et Rowell (2001). Selon Chopard (1943); Uvarov (1966) et Gorochov (1995) l'ordre des orthoptères se divise en deux sous-ordres : les Ensifères et les Caelifères.

1.1.1. Sous-ordre des Ensifera

1.1.1.1. Caractéristiques des Ensifera

Les Ensifères ont des antennes longues et fines constituées d'une centaine d'article et dont la taille est deux à trois fois plus longue que le corps de l'insecte (Chopard, 1938). Les valves génitales des femelles au nombre de 6, sont bien développées et se présentent comme un organe de ponte en forme de sabre, dont les bords sont dentés ou non. L'organe stridulant du mâle occupe le champ dorsal des élytres. L'émission sonore est produite par le frottement des deux élytres l'un contre l'autre. Les organes tympaniques pour la réception des sons sont situés sur les tibias des pattes antérieures (Duranton *et al.* 1982). Les œufs sont pondus isolément dans le sol ou dans des plantes (Chopard, 1938; Kevan, 1989 et Rentz, 1996). Ce groupe d'orthoptères est à large activité nocturne et le mimétisme est également très fréquent chez les espèces (Gwynne, 1995).

1.1.1.2. Classification phylogénétique et classique

La classification phylogénétique des Ensifères a été sujette de plusieurs propositions. Dans son livre sur les orthoptères Chopard (1938) cite la famille des Tettigoniidae, Prophalangopsidae (= Haglidae), Gryllacrididae et Gryllidae. Zeuner (1939) dans son étude sur les Ensifères sépare les Gryllotalpidae en Gryllidae. Sharov (1968) a inclus les Stenopelmatidés et les Rhabdophoridés en une seule famille, celle des Gryllacrididae. Chopard (1943) divise les Ensifères en trois familles: les Tettigoniidae, les Gryllotalpidae et les Stenopelmatidae. Tous les autres arbres phylogéniques montrent que les Tettigoniidae et les Haglidae comme des taxons soeurs. (Ragge, 1977; Gorochoy, 1995).

1.1.2. Sous-ordre des Caelifera

1.1.2.1. Caractéristiques des Caelifera

Les Caelifères ont des antennes courtes bien que multiarticulées (10 à 20 articles). Ce sont les criquets, locustes et sautériaux. Les valves génitales des femelles au nombre de quatre sont robustes et courtes. L'organe stridulant des mâles est constitué par une crête du fémur postérieur frottant sur une nervure intercalaire des élytres. Les organes tympaniques sont situés sur les côtés du premier segment abdominal. Les œufs sont généralement pondus en masse, enrobés ou surmontés de matière spumeuse et enfouis dans le sol par la pénétration presque totale de l'abdomen. Quelques espèces de forêt déposent leurs œufs sur les feuilles. Le régime alimentaire est généralement phytophage.

1.1.2.2. Classification phylogénétique et classique

Très peu a été écrit sur la phylogénie des Caelifères. En se basant sur des critères morphologiques, Rentz (1991) comme divers auteurs morphologistes modernes, a divisé le sous ordre des Caelifères en sept super-familles: Tridactyloidea, Tetrigoidea, Eumastacoidea, Trigonopterygoidea, Pneumoroidea, Pamphagoidea et Acridoidea. Selon la version "classique" qui est la plus répandue dans le monde, outre les Tridactyloidea et les Tetrigoidea, selon Uvarov, 1968, les Caelifères comprennent les criquets au sens large, avec les super-familles suivantes: les Eumastacoidea, les Proscopioidea, les Tanaoceroidea, les Pneumoroidea, les Acridoidea

L'âge des Caelifères et leurs multiples convergences dans leurs habitats rendent leur classification morphologique très difficile surtout au dessous du niveau des super-familles. Pendant les 50 dernières années la plupart des classifications se sont basées sur les organes génitaux internes. Ces derniers ne sont jamais disponibles en matériel

fossile: Les classifications paléontologiques, comme dans la plupart des insectes sont fondées principalement sur la nervation alaire (Kukalova-Peck, 1991). La majorité des Caelifères appartiennent à la famille des Acrididae laquelle fait partie des Acridoidea. La liste des Acridoidea existant en Algérie est donnée dans le tableau II.1.

La classification de Chopard (1943) bien qu'ancienne reste une référence précieuse pour la détermination de ce sous-ordre. Malgré ces propositions la plupart des entomologistes restent encore très divisés sur la classification des Caelifera. Nous ne traiterons pas ici de la diversité des opinions émises pour nous consacrer plus spécialement à la classification taxonomique des Acridoidea. La super-famille des Acridoidea qui, selon Chiffaud & Mestre (1990) comprend le plus grand nombre d'espèces (environ 8 000). Pour les auteurs contemporains les Acridoidea regroupent trois familles: Les Pyrgomorphidae, les Acrididae et les Pamphagidae. Les membres de cette dernière famille se caractérisent par des ailes atrophiées et une taille assez grande. Elle se divise en deux sous-familles celle des Botracholettriginae et celle des Pamphaginae. Cette dernière qui est bien représentée en Algérie, fera l'objet d'une étude toute particulière, de même que l'espèce *Ocneridia volxemi* qui en fait partie. La famille des Pyrgomorphidae se caractérise par une taille moyenne, et ses espèces possèdent presque toutes des ailes. La famille des Acrididae dont les espèces sont généralement de moyenne taille ou petite, est la plus riche en espèces par rapport aux deux familles précédentes. Elle se divise en 13 sous-familles.

1.2. Biologie

1.2.1. Cycles biologiques

Les orthoptères passent par trois états biologiques au cours de leur vie :

- L'état embryonnaire: qui dans la plupart des cas se fait dans le sol, c'est la forme hypogée et concerne l'oeuf.
 - L'état larvaire: les larves vivent sur la végétation, à la surface du sol : c'est la forme épigée. Une préférence peut être exprimée pour la surface du sol: une espèce est dite géophile quand elle vie à terre, d'autres espèces vivent à différentes hauteur de la végétation selon qu'il s'agissent d'herbes, d'arbustes, ou d'arbres
 - L'état imaginal: les adultes se déplacent par vols lorsqu'ils possèdent des ailes fonctionnelles, par conséquent ils peuvent coloniser différents milieux et à différentes distances, d'autres sont aptères donc ne peuvent égaler avec les espèces ptérygiennes.
- D'une manière générale les orthoptères vivent à la surface du sol : c'est donc toujours la forme épigée qui prédomine.

Chaque état présente des stades différents en fonction de l'âge des individus. L'ensemble des trois états œuf, larve, adulte correspond à une génération. Ces trois états biologiques se succèdent dans le temps, mais les durées qui les séparent changent beaucoup selon les espèces et les conditions ambiantes. Les formes les plus courantes d'arrêt de développement connues sont observées chez les oeufs (quiescence et diapause embryonnaires) et chez les adultes femelles avant le développement des ovaires (quiescence et diapause imaginale). Certaines espèces présentent une quiescence et diapause larvaires. La plupart des orthoptères se développent et s'accouplent durant la saison printanière et disparaissent dès l'installation des premiers froids.

La durée du cycle biologique d'une espèce est la somme des durées de tous les états physiologiques par lesquels passe cette espèce. Cette durée est étroitement liée aux conditions environnementales. Au moment de l'éclosion, l'oothèque étant enfouie dans le sol, les larves néonates cheminent à travers les bouchons spumeux et émergent sur le sol à l'état de larves néonates rampantes. Cette larve passe par plusieurs stades larvaires dont le nombre est très variable d'une espèce à une autre. Il varie entre quatre et sept, mais cependant la plupart des orthoptères présentent cinq stades larvaires pour arriver au stade adulte.

1.2.2. Fécondité

D'une manière générale, la fécondité des orthoptères augmente en période humide et diminue en période sèche. Certaines espèces sont sensibles que d'autres vis à vis des conditions et des variations de l'environnement (Gillon, 1974). Dans l'ensemble la majorité des orthoptères présentent un nombre moyen de pontes par femelle inférieur à deux (Launois-Luong, 1979).

1.3. Eco-éthologie

Les comportements vis-à-vis du milieu sont évidemment très différents pour chaque état biologique. Ceci revient à dire que chaque état a probablement des exigences et des tolérances écologiques et des comportements qui lui sont propres.

Tableau II.1 : Classification des Acridoidea (Caelifera) en Algérie.

Super-familles	Familles	Sous-familles	Genres
Acridoidea	Pamphagidae	Akecerinae Pamphaginae	<i>Tmethis</i> <i>Acinipe</i> <i>Eunapiodes</i> <i>Euryparyphes</i> <i>Ocneridia</i> <i>Pamphagus</i> <i>Paracinipe</i>
	Pyrgomorphidae	Pyrgomorphinae	<i>Pyrgomorpha</i>
	Acrididae	Calliptaminae Dercorythinae Cyrthacanthacrinae Truxalinae Catantopinae Oedipodinae Gomphocerinae Tropidopolinae Acridinae Eyprepocnemidinae	<i>Calliptamus</i> <i>Heteracris</i> <i>Anacridium</i> <i>Truxalis</i> <i>Pezottetix</i> <i>Acridella</i> <i>Thalmopena</i> <i>Acrotylus</i> <i>Locusta</i> <i>Oedalus</i> <i>Oedipoda</i> <i>Paracinema</i> <i>Sphingonotus</i> <i>Pseudosphingonotus</i> <i>Dociostaurus</i> <i>Euchortipus</i> <i>Omocestus</i> <i>Ramburiella</i> <i>Ochrilidia</i> <i>Platyterna</i> <i>Tropidopola</i> <i>Ailopus</i> <i>Acrida</i> <i>Parattetix</i> <i>Thisoicetrus</i>

1.3.1. Tempérament écologique

Chaque espèce a besoin de trouver dans son milieu des éléments particuliers et des conditions qui lui conviennent pour assurer son développement et sa pérennité. L'ensemble des besoins qu'elle exprime caractérise son tempérament écologique (Duranton *et al.* 1982). Pour connaître et décrire le tempérament écologique d'une espèce donnée, il est impératif de tenir compte de toutes les conditions qui lui sont offertes. Selon le tempérament écologique ou le milieu habité par les insectes, nous pouvons classer les orthoptères en espèces hygrophiles, mésohygrophiles, euryhygres, mésoxérophiles,

xérophiles. La diversité climatique, floristique et géomorphologique de la région de Sétif permet l'existence ces différents types.

1.3.2. Comportement

Il est très variable d'une espèce à une autre. Les orthoptères ont une certaine adaptation au milieu qui peut être assimilée à un comportement de défense ou d'alimentation. Le comportement le plus remarquable chez les orthoptères demeure celui de la migration et de la grégarisation. Elles sont considérées comme deux phénomènes très important dans la vie des orthoptères. Notant que ces phénomènes concernent très peu de sautériaux. Certains de ces derniers présentent un phénomène particulier qui est la pullulation. Cette dernière est un regroupement important de criquets susceptible de provoquer de graves dégâts aux cultures. La densité dépasse cent milles individus par hectare. Le comportement alimentaire est lui aussi considéré comme un phénomène extraordinaire chez les orthoptères depuis la quête de la nourriture jusqu'à son ingestion. Ainsi le choix alimentaire dépend des tolérances et des exigences de chaque espèce. Nous distinguons ainsi selon le nombre de familles des espèces consommées, trois degrés de spécialisation :

- La monophagie: consommation de une ou plusieurs espèces végétales appartenant au même genre;
- L'oligophagie: consommation de deux ou plusieurs genres de la famille;
- La polyphagie : au moins deux familles végétales consommées.

La notion de sténophagie a été utilisée par Le Gall & Gillon (1989) pour désigner les insectes qui consomment en majorité une espèce végétale mais sont capables d'ingérer en très faibles quantités d'autres espèces. Pour Raccaud-Schoeller (1980) les orthoptères marquent souvent des préférences pour une espèce végétale donnée et que celles-ci changent selon le stade de développement (Le Gall, 1989). La littérature écrite sur le régime alimentaire des orthoptères a rapporté que ces insectes montrent une spécialisation trophique pour le niveau de la plante, dont l'orthoptère se nourrit. D'une manière générale, les orthoptères surtout les nuisibles ont une grande tolérance alimentaire comme l'ont signalé Chara (1987) en étudiant le régime alimentaire de *Calliptamus barbarus* et *C. wattenwylianus* et Benhalima (1983) en étudiant le régime alimentaire de *Dociostaurus maroccanus*.

1.4. Régime alimentaire

La quantité et la qualité de l'alimentation influencent les caractéristiques de croissance des populations d'orthoptères: la natalité, la mortalité et, à la limite, la dispersion, en sont affectées. Elles renforcent souvent les effets des autres facteurs écologiques tels que la température ou les pluies.

La connaissance du régime alimentaire permet d'avoir des renseignements sur: la spécialisation trophique; le spectre trophique; si la ponte s'effectue dans les zones identiques aux zones d'alimentation ou en dehors (Guenguen *et al.* 1975, Benhalima, 1983); la nature (riche ou pauvre en éléments nutritifs) du régime alimentaire d'une espèce donnée (Bernays et Raubenheimer 1991); la distribution spatiale et temporelle; sur le type de cycle que peut avoir une espèce (Le Gall & Gillon, 1989); l'impact des espèces végétales consommées; sur la vitesse de développement, la morphologie, la fertilité et le poids de l'insecte (Ellis *et al.* 1965 in Le Gall, 1989); Gillon, (1970, 1972) et la spécialisation trophique chez les Acridoidea (Chermiti & Tira, 1992). L'utilisation des ressources alimentaires est variable en fonction du milieu où vit l'orthoptère. Le choix de la plante hôte est basé non seulement sur les relations biochimique insecte-plante, mais aussi sur la structure du milieu. Ainsi hors de son contexte naturel, le criquet peut consommer des plantes totalement étrangères à son spectre trophique habituel. La sélectivité ne dépend pas que du milieu, elle dépend aussi de l'orthoptère. En effet des orthoptères polyphages vivant dans le même milieu ne consomment pas les végétaux présents dans les mêmes proportions. (Le Gall & Gillon, 1989). De ce fait, les orthoptères constituent un matériel favorable pour les études des régimes alimentaires et de niches trophiques (Benhalima, 1983; Benhalima *et al.* 1984). Les critères de spécialisation trophiques sont très importants vu la diversité des régimes alimentaires chez les orthoptères. Uvarov (1977) distingue aisément deux grands ensembles de consommateurs parmi les orthoptères : Les consommateurs de Graminées et de Cypéracées (Graminivores) et les consommateurs des autres familles végétales (non-Graminivores).

1.5. Répartition géographique

La répartition géographique des orthoptères se trouve avant tout conditionnée par la température et par les précipitations. Ces deux facteurs climatiques influent directement sur la végétation. A titre d'exemple une végétation desséchée limite la présence des orthoptères car ils préfèrent dans leur alimentation en général des plantes fraîches. Le nombre d'espèces d'orthoptères diminue avec une très grande rapidité dès qu'on s'éloigne

des pays où la température moyenne de l'année atteint un degré élevé. C'est le cas du Maghreb qui a une acridofaune très riche en espèces, seulement les renseignements diffèrent d'un pays à un autre. Il est certain que des études plus précises sur l'ensemble du Maghreb modifierait sensiblement l'image que l'on fait sur la richesse orthoptérienne de ces pays (Louveaux & Benhalima, 1987).

1.6. Facteurs environnementaux influençant la dynamique des populations

1.6.1. Facteurs climatiques

Plusieurs études ont été réalisées pour rechercher les effets du climat sur les orthoptères. Nous citerons entre autres les travaux de Louveaux *et al.* (1988) et Louveaux (1991) sur les circonstances climatiques et édaphiques qui ont favorisé les pullulations de *Calliptamus italicus* et *Calliptamus barbarus*; les travaux de Capinera & Horton (1989) sur l'effet conjugué de la température et de la pluviométrie sur le niveau d'infestation des orthoptères dans différents états des USA, et sur *Locusta migratoria* (Benfekih *et al.* 2002).

1.6.1.1. La température :

Les orthoptères sont des poecilothermes, leur température corporelle est variable donc les possibilités de régulation sont faibles. Les orthoptères parviennent à limiter les variations de température interne grâce à des adaptations comportementales telles que la recherche d'un abri dans les fentes du sol, à l'ombre des arbres, dans les touffes de végétation, l'utilisation sélective des plages d'ombre et de soleil, le changement d'orientation du corps par rapport aux rayons incidents du soleil, l'agitation des ailes sur place, par des mouvements musculaires ou respiratoires spéciaux.

La température module l'activité générale, la vitesse de développement et le taux de mortalité. Elle agit également sur la distribution géographique des espèces. C'est un facteur discriminant majeur, car tant qu'elle n'a pas atteint un seuil minimal, l'insecte ne peut réagir aux autres facteurs de son environnement. Un optimum thermique, propre à chaque orthoptère, est fonction de l'âge et du sexe. Il peut varier selon le type d'activité: marche, vol, alimentation, accouplement, ponte. L'action de la température sur la croissance et le développement est très importante (Gillon, 1974). La durée de développement est d'autant plus courte que la température est élevée, en effet la durée d'incubation des œufs sans diapause est très affectée par la température du sol, si l'humidité édaphique est suffisante; chez la larve, la température influe sur la vitesse et la réussite du développement. Chez l'ailé, la température agit sur la vitesse de maturation sexuelle, le rythme de ponte, le

rendement ovarien, la longévité. Notant également que l'activité locomotrice est d'autant plus forte que la température est élevée.

1.6.1.2. La pluviométrie

L'expression la plus simple du facteur hydrique dans le sol est la pluviométrie. L'essentiel des apports en eau en certaines zones dites sèches est fourni par les pluies. Cet élément peut donner une estimation suffisante de l'ambiance hydrique à l'échelle mensuelle. Les pluies influent sur le comportement et la biologie des orthoptères dans leurs différents stades de développement. En effet les larves et les ailés réagissent aux variations d'humidité de leur milieu par des déplacements. La vitesse de développement est très affectée : elle diminue généralement plus rapidement en cas de sécheresse qu'en cas d'excès d'humidité. En cas de sécheresse, les œufs subissent un ralentissement important ou même un arrêt de développement qui peut être une simple quiescence ou annoncer la mort de l'embryon. Un excès d'humidité est aussi néfaste, car il engendre l'asphyxie des œufs. Ainsi pour chaque état ou stade biologique, il existe un optimum hydrique. Si certains orthoptères sont très exigeants sur le plan hydrique (sténohystes), d'autres sont au contraire très tolérants (euryhystes), ces derniers sont souvent ubiquistes et leur distribution est alors conditionnée par d'autres facteurs. Selon le degré d'humidité du milieu on distingue: les espèces hygrophiles recherchant les milieux humides; les espèces mésophiles ayant une préférence pour les milieux d'humidité moyenne, et les espèces xérophiles vivant dans les milieux secs (Dajoz, 1982).

1.6.2. Facteur édaphique

Le sol, en tant que facteur édaphique, est un élément permanent de l'environnement de l'orthoptère (Grant, 1989). Le sol joue un rôle sur l'ensemble des états biologiques, comme site de ponte, comme site d'éclosion et comme site de dispersion. Ainsi les habitats des orthoptères du point de vue sol, sont très variables et vont influencer sur la dynamique des orthoptères qui y habitent (Grant, 1989). Il est caractérisé par sa texture et par sa structure. Certaines de ses propriétés sont constantes tout au long de l'année : présence de sable ou de rochers, plages argileuses; d'autres sont soumises à des variations saisonnières, en particulier celles qui sont liées à la dynamique du facteur hydrique: hygrotrophie instantanée, taille des fentes sur sols argileux.

Le sol constitue le milieu ambiant de développement des œufs de la plupart des orthoptères; il est le support normal des plantes dont les larves et les ailés se nourrissent. En première approximation, il a donc une influence directe sur la vie des criquets au niveau

des œufs, indirecte au niveau des larves et des ailés. Chaque espèce a ses propres critères d'appréciation de la qualité des sols, en rapport avec ses exigences et ses tolérances écologiques. L'effet attractif peut être lié à la couleur, la dureté, la granulométrie, l'alternance d'ombre et de soleil sur les sols accidentés, l'hétérogénéité de surface, la disponibilité en eau, la teneur en sels, en calcaire, les plantes qui y poussent, la réverbération, la température de surface. La localisation des larves traduit l'emplacement des sites de pontes préférés de chaque espèce, car leur dispersion est très faible en comparaison avec celle des ailés. Dans les mêmes conditions, un sol peut être attractif pour un orthoptère, indifférent pour un second, inadéquat pour un troisième. Un substrat également fréquenté par des espèces différentes peut l'être aussi pour des raisons diverses d'ordre chimique ou physique. Le sol agit aussi par l'eau et l'air qu'il contient car les œufs doivent respirer et s'hydrater pour commencer leur développement. Il influe aussi sur la composition floristique du tapis végétal dont les orthoptères se nourrissent. Il est donc important de considérer le sol parmi les facteurs écologiques discriminants pour décrire de façon simplifiée l'environnement de la plupart des espèces d'orthoptères.

1.6.3. Facteur végétation

Les orthoptères trouvent dans la végétation nourriture, abri et perchoir. Selon Le Gall (1989) trois facteurs de différenciation interviennent dans la perception du tapis végétal :

- sa composition floristique (espèces végétales présentes),
- sa structure (pelouse, prairie, jachère, friche, steppe, forêt),
- son état biologique (germination, feuillaison, floraison).

La végétation en tant qu'abri joue un grand rôle pour les espèces douées d'un comportement de dissimulation. *Ochrilidia geniculata* se cache à la moindre perturbation dans les touffes denses de *Panicum turgidum* ; *Catantops axillaris* tourne autour des tiges dans le sens opposé à l'approche de la perturbation et se dissimule aussi dans les chaumes à terre. Le tapis végétal offre aux insectes phytophages en outre des conditions de vie différentes du milieu ambiant, à micro-échelle (Dajoz, 1982). L'orthoptère y trouve 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 qu'il lui arrive de 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.

La structure et la composition du tapis végétale contribuent aussi dans la biologie et la dynamique de population des orthoptères (Bonnet *et al.* 1997). Ainsi nous distinguons des espèces qui préfèrent une végétation rase d'autres hautes, une végétation monospécifique d'autres diversifiée. Mais la plupart des orthoptères préfèrent une végétation fraîche.

1.6.4. Facteur anthropique

Il a été remarqué que les activités agricoles influencent la dynamique des populations des orthoptères. Grant (1989) rapporte que, l'abondance des terres agricoles favorise l'installation des mauvaises herbes, qui sont le plus souvent attractives pour différentes espèces d'insectes dont les orthoptères. Ces habitats peuvent favoriser la pullulation de certains orthoptères comme la constaté en étudiant *Schistocerca americana*. Plusieurs auteurs ont constaté que l'origine des pullulations a toujours lieu dans les terres incultes (jachères, friches) surtout celles ayant des sols calcaires car ces derniers ont une très grande prédisposition à la sécheresse. Parfois les labours effectués sur des sols légers exposent ces derniers à la sécheresse.

Les modifications des composantes statiques ou dynamiques du milieu sont provoquées sous l'influence de l'homme, en regard de ses activités agricoles, pastorales (Louveaux *et al.* 1996) ou industrielles. Ainsi la déforestation, le surpâturage, l'irrigation, la mécanisation, l'introduction de nouvelles cultures, sont autant d'exemples de changements qui, selon les circonstances, permettent: à un ravageur déclaré de devenir encore plus dangereux ou à un orthoptère non nuisible de devenir un ravageur.

1.6.5. Facteur ennemis naturels

Les orthoptères ont de nombreux ennemis naturels à chacun de leurs états biologiques. On distingue trois grandes catégories : les prédateurs, les parasites et les maladies. La dynamique des populations des orthoptères est souvent influencée par certains êtres vivants qui sont considérés comme des ennemis naturels qui peuvent être soit des parasites soit des prédateurs à différents niveaux des stades de développement de l'insecte. Les ennemis naturels animaux qui ont été recensés sur les orthoptères en Algérie sont donnés dans l'annexe II.1

1.6.6. Facteur substances chimiques

Des substances chimiques diverses jouent un très grand rôle à tous les niveaux de la vie des orthoptères. Elles déclenchent, entretiennent, ralentissent, inhibent, exacerbent la croissance, le développement, et les différentes séquences du comportement. Ces substances sont produites par l'orthoptère et sont présentes dans le milieu externe. L'action des substances chimiques sur les orthoptères est illustrée par trois exemples :

- la recherche et la sélection de la nourriture, l'odeur de certains végétaux guide les orthoptères en quête alimentaire. Au contact des plantes, les criquets procèdent d'abord à une analyse chimique des surfaces grâce à leurs antennes, leurs palpes labiaux et maxillaires, et leurs tarse;
- puis, si l'examen est satisfaisant, ils effectuent une morsure d'essai pour identifier d'une manière plus précise la qualité de la nourriture ;
- ensuite, l'ingestion est déclenchée, entretenue ou suspendue en fonction des effets des substances libérées lors de la mastication des plantes. Ces trois étapes font intervenir des substances et des récepteurs différents.

Les substances chimiques qui favorisent la prise de nourriture sont appelées phagostimulantes ou appétissantes. Ce sont des phospholipides, des sucres, quelques amino-acides mais aussi l'eau si l'orthoptère est assoiffé. Inversement, il existe des substances répulsives entraînant un refus de consommation; la plus connue est l'azadirachtine contenue dans les feuilles de "neem", l' *Azadirachta indica* et de *Melia azedarach*.

Le rapprochement des sexes, est facilité par l'échange des messages chimiques odorants. Les phéromones, perçus à de très longue distance, soit pour signaler une présence, soit pour accélérer la maturation sexuelle (Klaue-De-pupka *et al.* 1997). Certaines substances chimiques ont des vertus d'aphrodisiaques, d'autres de stimulations sexuelles. Les premières sont généralement émises par les orthoptères mâles. Les femelles produisent des odeurs particulières au moment de leur maturation ovocytaire, elles sont alors activement recherchées par les mâles. Les hydrocarbures cuticulaires des insectes jouent un rôle très important dans le rapprochement des sexes, l'évitement de la dessiccation Ulrich *et al.* (1997), Nelson *et al.* (2002), Nelson & Charlet (2003). En plus des substances chimiques émises par les insectes, leur environnement contient de plus en plus d'insecticides ou de résidus d'insecticides apportés par l'homme. Les insecticides agissent par, contact, ingestion, inhalation ou déshydratation.

1.7. Importance économique

Actuellement environ 20 % des espèces d'orthoptères sont considérées comme nuisibles aux cultures ou susceptibles de le devenir. Certains orthoptères se nourrissent de plantes cultivées par l'homme. A ce titre, ils sont considérés comme ravageurs car ils ont une importance économique mesurable. Les dégâts infligés par les orthoptères aux cultures et aux pâturages sont de diverses natures notamment par le prélèvement d'une partie ou de la totalité du végétal et par des blessures sur des plantes suite aux morsures, celles ci permettent d'ouvrir la voie aux parasites et aux maladies végétales. Les dégâts réels sont difficiles à quantifier; ils dépendent aussi du pouvoir de récupération de l'espèce végétale. Ce dernier est en relation avec l'état physiologique et biologique de la plante au moment de l'attaque. La disparition de tout ou partie des récoltes escomptées pourrait avoir des conséquences dramatiques pour les populations humaines.

La prise de nourriture prélevée quotidiennement par un individu orthoptère peut varier entre 30 et 70% de son poids et même plus (Duranton *et al.* 1982). Cependant il est très difficile d'estimer les pertes réelles causées par les orthoptères nuisibles car, elles varient beaucoup avec l'espèce considérée, la densité, la qualité et l'importance des besoins alimentaires. De très nombreuses plantes, ligneuses ou herbacées, sont susceptibles d'être attaquées. Les céréales occupent cependant la première place. Les dégâts sur les pâturages sont moins spectaculaires mais suffisants pour déclencher une compétition alimentaire entre les orthoptères et le bétail ce qui peut alors entraîner un surpâturage latent et conduire à la dégradation de la végétation et des sols.

Les pertes infligées à la végétation spontanée ou domestique sont très variables selon les années, les milieux. Pour faire face à ces situations, l'homme a la volonté de plus en plus affirmée de protéger ses récoltes, ses pâturages, ses plantations, pour les mettre à l'abri des prélèvements trop importants de ces ravageurs intermittents. Encore faut-il opérer avec prudence car les orthoptères entrent dans des chaînes alimentaires complexes que l'on peut perturber profondément. Les orthoptères peuvent être la cause de nombreuses pertes influencées aux différentes cultures (céréalières, maraîchères, arboricultures...). Les dégâts sont souvent spectaculaires comme ceux causés par les criquets migrateurs (*Schistocerca gregaria* et *Locusta migratoria*) et les sautériaux nuisibles (*Ocneridia volxemi* et *Dociostaurus maroccanus*) dans différentes régions d'Algérie (Fellaouine, 1989; Bounechada & Doumandji, 2006).

Il est à noter également que les orthoptères ne sont pas tous nuisibles, certains sont même considérés comme utiles pour deux raisons:

- premièrement les hommes en consomment volontiers;
- certains orthoptères ont une action positive sur le milieu.

1.8. Contrôle des orthoptères nuisibles

Compte tenu des pertes causées à l'agriculture par les orthoptères nuisibles, la lutte est devenue indispensable. Le contrôle des orthoptères nuisibles peut se faire de différentes manières : physique, chimique ou biologique. Le recours aux produits chimiques est le moyen le plus utilisé dans la lutte contre les espèces nuisibles. Cependant l'utilisation abusive des produits chimiques a engendré, une pollution de l'environnement, une phytotoxicité, une résistance chez les insectes, de plus ils ne permettent pas de distinguer entre les espèces nuisibles et utiles. Pour cela la lutte biologique est considérée comme un moyen de lutte propre. Ce moyen de lutte fait intervenir des ennemis naturels, des plantes ou des extraits de plantes antiappétantes ou insecticides, ou encore l'utilisation des microorganismes (champignons, bactéries, virus) pour contrôler ces ravageurs des cultures.

1.8.1. Par les insecticides de synthèse

Les insecticides de synthèse contribuent à l'heure actuelle efficacement dans l'amélioration de la production végétale. C'est le moyen de lutte le plus utilisé dans le monde pour le contrôle des orthoptères nuisibles (Langewald *et al.* 1999). Les toxiques les plus souvent utilisés dans le contrôle de insectes nuisibles et qui sont doués de propriétés insecticides sont le Lindane, le Dieldrine, le Malathion ou le Fenthion (Moreteau, 1991). L'intervention par les produits chimiques ne cesse d'augmenter d'année en année, malgré les méfaits qu'ils engendrent à l'environnement, aux animaux utiles et aux humains (Ferrando *et al.* 1996; Bounechada & Doumandji, 2005).

1.8.2. Par les analogues d'hormones

Le fénoxy-carbe qui est semblable à l'hormone juvénile des insectes, a été testé sur des larves de dernier stade de criquets pèlerins et a entraîné d'une part des changements morphologiques au cours de la mue (gêne le saut et le vol des jeunes imagos) et d'autre part, la solitarisation des grégaires en modifiant la couleur, la morphologie et le comportement, ce qui conduit à la dispersion des bandes larvaires (Dorn *et al.* 1997 in Luong-Skormand *et al.* 1999).

1.8.3. Par des extraits de plantes insecticides

Ces produits sont venus pour limiter l'utilisation des insecticides de synthèse. Les extraits provenant des plantes anti-acridiennes se sont révélés comme des moyens de lutte intéressant vis-à-vis de nombreux orthoptères nuisibles. Parmi les plantes qui ont montré leurs efficacités vis-à-vis de nombreux insectes nous citons les Méliacées, *Azadirachta indica* (margousier ou neem) et *Melia volkensii* et *Melia azedarach*, qui sont connus depuis longtemps pour leurs effets répulsifs, insecticides et antiappétants vis-à-vis de nombreux insectes nuisibles. Selon Le Gall, (1989) des extraits de fruits, de feuillages ou d'écorce de ces plantes, protègent efficacement les cultures des attaques d'orthoptères et de nombreux insectes. A côté de ces plantes, des extraits d'*Eucalyptus globulus*. (Ould El Hadj *et al* 2006); *Peganum harmala* (Abbassi *et al.* 2005); *Nerium oleander*, *Sapindus utilis*, *Inula viscosa* et *Salvia officinalis* (Hamadi & Doumandji–Mitiche, 2002) ont étudié l'activité biologique d'extraits de ces plantes sur divers acridiens.

Melia azedarach est un arbre de la famille des Meliaceae (voir Photos en annexe II.2.a), est originaire du Nord de l'Inde et de la Chine à croissance rapide. Malgré ses origines tropicales, *Melia azedarach* pousse très bien dans de nombreux pays d'Afrique du Nord dont l'Algérie. Les feuilles sont caduques, alternes, bi-pennées, de 30-60 cm de long. Les feuilles froissées exhalent une forte odeur, et ont un goût amer. Elles ont également des propriétés insecticides. Les inflorescences en panicules axillaires sont lâches et longs de 10 à 20 cm, aux fleurs rose-lilas, de 1-2 cm de diamètre, à 5 pétales étroits. Les fruits sont de couleur jaunes ou crèmes, de forme drupacés et sphériques, de 1 à 1,5 cm de diamètre, à mince enveloppe charnue. Les fruits sont toxiques et contiennent une graine plus ou moins côtelée en séchant. Doumbia (1994) le signale comme un végétal épargné par le criquet pèlerin.

Eucalyptus globulus appelé communément le "gommier bleu" est un arbre sempervirent de la famille des Myrtaceae originaire d'Australie (voir Photos en Annexe II.2.b). Il s'est facilement adapté au climat méditerranéen et est largement cultivé en Algérie et peut croître jusqu'à 30-55 m de haut. La plupart des Eucalyptus sont à feuilles persistantes mais quelques espèces tropicales perdent leurs feuilles à la fin de la saison sèche. Les feuilles des arbres matures sont alternes, étroites, en forme de faux et d'un vert foncé luisant. Elles poussent sur des tiges cylindriques et mesurent de 15 à 35 cm de long. Les feuilles d'eucalyptus sont couvertes de glandes à huile. L'abondante production d'huile est une caractéristique importante de ce genre. Elles mesurent de 6 à 15 cm de long. Les boutons floraux en forme de toupie sont côtelés et recouverts d'un opercule aplati portant

un bouton central. Les fleurs couleur crème sont solitaires à l'aisselle des feuilles. Les fruits ligneux mesurent de 1,5 à 2,5 cm de diamètre ont une capsule très dure. De nombreuses petites graines s'échappent par des valves qui s'ouvrent sur le dessus du fruit. Ses fruits et/ou ses feuilles sont réputés éloigner les insectes.

Appliqués directement sur des larves et sur des imagos de criquets pèlerins, ces extraits végétaux provoquent une mortalité élevée au bout de deux semaines, retardent la croissance et la maturation sexuelle, réduisent considérablement le taux de reproduction, et provoquent de nombreuses malformations (Rembold, 1997). Ces produits sont biodégradables et ne sont pas nocifs pour l'homme et l'environnement. Il reste cependant à résoudre des problèmes importants concernant la production de masse de ces extraits (masse végétale nécessaire pour traiter un hectare infesté), le coût de récolte et d'extraction élevés ainsi que les homologations.

1.8.4. Par les agents pathogènes

Les agents pathogènes sont des organismes qui provoquent des maladies. Ceux qui infectent les insectes sont souvent appelés entomopathogènes. Les groupes les plus importants sont les virus, les bactéries, les champignons et les protozoaires. Certains d'entre eux sont véhiculés par des nématodes et sont qualifiés alors de parasites vecteurs d'agents pathogènes.

1.8.4.1. Les virus

Les principaux virus infectieux des orthoptères sont pour la plupart des virus isolés à partir de criquets malades appartiennent à la famille des Poxviridae, plus particulièrement des virus *Entomopox* (Entomopoxvirinae) (Meynadier *et al.* 1992). Les *Entomopox* sont des parasites de plusieurs acridiens ravageurs de cultures (Purrini *et al.* 1988) et sont inoffensifs pour les vertébrés, d'où leur grand intérêt en lutte biologique. D'autres familles de virus ont été trouvées chez les orthoptères. Elles appartiennent aux Baculoviridae, aux Iridoviridae, aux Parvoviridae et aux Picornaviridae.

1.8.4.2. Les bactéries

Les bactéries entomopathogènes font partie surtout à trois grandes familles qui sont les Bacillaceae, Enterobacteriaceae et Pseudomonaceae (Greathead *et al.* 1994). À l'heure actuelle, *Bacillus thuringiensis* Berliner et *B. sphaericus* sont les espèces les plus utilisées en lutte contre les ravageurs. Pour *B. sphaericus*, la toxine est localisée dans la paroi sporale et va être libérée par une digestion partielle de la bactérie dans le tube digestif de la

larve de l'insecte. La toxine pénètre dans la membrane péritrophique du tube digestif et empoisonne la larve (Burgess 1982, Singer 1981). Les bactéries se développent dans l'hôte et le quittent quand celui-ci se désintègre. Malheureusement, on ne connaît pas encore de souches qui infectent les orthoptères.

1.8.4.3. Les microchampignons

Parmi les micro-organismes utilisés en lutte biologique, plus de 700 espèces de microchampignons sont entomopathogènes (Starnes *et al.* 1993) et jouent un rôle important dans la régulation naturelle des populations d'insectes (Wraight & Roberts, 1987, Ferron 1978). Plusieurs espèces de champignons entomopathogènes ont été testées sur de nombreux insectes nuisibles en agriculture et en médecine (Burgess 1981, Hoy & Herzog 1985 in Rombarch *et al.* 1988). Cependant ces champignons doivent nécessairement subir des techniques de développement en vue d'une large utilisation et commercialisation (Rombarch *et al.* 1988).

Les espèces des genres *Beauveria*, *Metarhizium*, *Verticillium*, *Erynia*, *Hirsutiella*, *Entomophthora* et *Entomophaga* sont les plus utilisées en lutte biologique (Goettel, 1992; Quatro, 1995). Ces espèces ont un intérêt agronomique considérable dans la lutte biologique contre les ravageurs de cultures et sont donc l'objet d'études de plus en plus poussées. Les microchampignons entomopathogènes sont des agents de lutte très intéressants du fait de leur aptitude à infecter l'hôte par ingestion ou par simple contact (Fargues, 1972). Ils peuvent être produits en masse à moindre coût et peuvent être appliqués avec les méthodes conventionnelles. Seulement les contraintes microclimatiques majeures telles que les radiations solaires, la température et l'humidité agissent à toutes les étapes du développement du champignon pathogène (Goettel, 1992). Ils entraînent la perte d'efficacité de l'inoculum fongique sur le couvert végétal. Les effets de certains facteurs sur la viabilité des conidies ont été très étudiés comme la température (Doberski, 1981; Stathers *et al.* 1993), l'effet du rayonnement solaire sur la rémanence ou l'inactivation de l'inoculum infectieux (Burgess, 1981; Roberts & Campbell, 1977); l'effet de l'humidité (Ramoska, 1984, Riba & Marcandier, 1984; Khachatourians, 1987). Ce sont ceux qu'il faut prendre en considération au cours de toute utilisation des champignons sur le terrain.

En Algérie, plusieurs travaux ont été effectués sur l'effet de ces deux biopesticides sur les orthoptères. A titre d'exemple nous citerons ceux de Halouane *et al.* (2001) qui ont étudié respectivement l'effet de *Beauveria bassiana* et de *Metarhizium flavoviride* sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Locusta migratoria*. Bissad (1998) a étudié l'action de *Beauveria bassiana* sur *Schistocerca gregaria* (Hadadj *et al.* 2001);

Bounechada & Doumandji (2004) ont testé l'efficacité de *Beauveria bassiana* sur le Pamphagidae *Ocneridia volxemi*.

Beauveria bassiana (Hyphomycète) est un microchampignon pathogène pour de nombreux insectes. Sa pathogénicité a été démontrée pour la première fois par Agostino Bassi de Lodi (1835), par la suite par Jean Beauverie en 1911 sous le nom de *Botrytis bassiana*. Le genre a été établi par Vuillemin en 1912 et fut classé dans l'ordre des Hyphomycètes. La classification des hyphomycètes a été sujette à plusieurs révisions. On regroupe sous le nom de Hyphomycètes plus de 10 000 espèces appartenant à plus de 1800 genres (Subramanian, 1983).

La caractéristique principale des hyphomycètes est qu'ils n'ont pas de reproduction sexuée, ce qui contraignait les taxinomistes à baser leur identification sur des caractéristiques morphoontogéniques. Il existe deux systèmes de classification des hyphomycètes. Le premier préconisé par Saccardo (1886) est basé sur la morphologie et la pigmentation des conidies et conidiophores. Le second a été proposé par Hughes (1953) et s'appuie sur le développement et la morphologie. Pour Talbot (1971), les deux systèmes de classification ne seraient pas rigoureux dans la mesure où les caractéristiques peuvent varier et peuvent surtout changer avec les conditions de croissance et de maturité de ces champignons. Du point de vue morphologique, les espèces de *Beauveria* produisent les colonies cotonneuses blanches à jaunâtre. Les conidies ou spores (Annexe II.3.a) sont soutenues par de long filament en zigzag qui sont des hyphes transparents et septaux (Annexe II.3.b) avec un diamètre de 2.5 à 25 µm. Les conidies sont produites sur des épis courts, donnant aux cellules conidiogènes un aspect épineux. En présence d'air le champignon produit des conidiospores de forme sphérique (1 à 4 µm de diamètre) ou ovales (1,55-5,5 x 1 à 3 µm d'envergure) mais en milieu anaérobie, il produit des blastospores de forme ovale (2 à 3 µm de diamètre et 7 µm de longueur). Les blastospores sont aussi infectieux que les conidies (Weiser, 1972; Lipa, 1975). Le mode d'infection de *B. bassiana* se divise en quatre étapes distinctes qui sont l'adhésion, la germination, la différenciation; la pénétration. Les mycéliums de *B. bassiana* peuvent croître sur un milieu liquide, ensuite séché et après réhydratation il peut sporuler (Rombarch *et al.* 1988).

1.8.5. Par les ennemis naturels animaux : invertébrés et vertébrés

Les orthoptères sont la proie d'un grand nombre d'ennemis naturels vertébrés et invertébrés (Annexe II.5). Ces ennemis peuvent être des prédateurs, des parasitoïdes, des

parasites ou des agents pathogènes (virus, champignons, bactéries, protozoaires). Beaucoup d'entre eux entraînent la mort de l'insecte.

Graethead, (1963, 1992) in Greathead *et al.* (1994) a rapporté l'utilité des ennemis naturels et leur rôle dans la limite de pullulations des acridiens. Il est à noter que les sautériaux semblent être plus vulnérables que les locustes (sauterelles) et ce en raison de leur relative sédentarité qui permet aux ennemis naturels de se multiplier sur place sans interruption. Malheureusement, il n'existe que peu d'études sur la dynamique des populations des sauterelles ou de sautériaux, hormis celles qui concernent surtout les orthoptères d'importance économique, comme le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*).

2. CARACTERISTIQUES DES PAMPHAGIDAE

2.1. Systématique

La famille des Pamphagidae regroupe plus de 300 espèces dans le monde dont les deux tiers sont réparties en Afrique (Dirsh, 1961). Elle se divise en quatre sous-familles : *Echinotropinae* (3 genres), *Porthetinae* (14 genres), les *Akecerinae* (27 genres) et les *Pamphaginae* (30 genres), seules les deux dernières sous familles sont représentées en Algérie (voir tab. II.1).

C'est une des familles les plus primitives des Acridoidea, mais ne présente pas des affinités claires avec les autres orthoptères. Dirsh (1965) a sélectionné certains caractères qui permettent de distinguer cette famille des autres orthoptères. Ces derniers peuvent se résumer en :

* Le corps et la tête sont de forme variable. Le sillon fastigial est présent.

La suture furcale du mésosternum est rectiligne.

* Les élytres et les ailes peuvent être très développés, réduits ou absentes.

* Le mécanisme stridulatoire est présent mais de type très varié. Le tympan est généralement présent.

* Le lobe basal inférieur du fémur postérieur est plus long que le supérieur.

* Les valves du pénis sont paires, divisées et articulées. Le sac du spermatophore est dorsal.

Parmi les caractères retenus par Dirsh (1965), les seuls qui ne sont pas variables sont pour la famille des Pamphagidae:

* Le fastigium du vertex est légèrement projeté vers l'avant,

* La métazone du pronotum est toujours moins courte que la prozone.

* Les élytres sont lobiformes, latéraux, vestigiaux ou absents. L'organe de Krauss est présent,

- * L'épine apicale externe du tibia postérieur est présente.
- * Le corps est massif et surbaissé (comportement terricole).
- * Les reliefs sont nets sur le pronotum et les fémurs postérieurs.
- * Le dimorphisme sexuel de taille est très accentué.

Parfois ces caractéristiques morphologiques et anatomiques ne permettent pas de distinguer entre des espèces de Pamphagidae très proche, c'est le cas de *Pamphagus elephas* et *P. marmoratus*, seule l'analyse des hydrocarbures cuticulaires (Chimiotaxonomie) permet de distinguer les deux espèces (Bénia *et al.* 2006)

2.1.1. Le genre *Ocneridia* et ses espèces

Des 30 genres de Pamphaginae, Chopard (1943); Louveaux & Benhalima (1986) en donnent 15 pour les pays d'Afrique du nord avec 60 espèces. Parmi eux le genre *Ocneridia* est moyennement diversifié avec ses espèces au nombre de quatre (Bounechada & Doumandji, 2006). Les principaux caractères génériques du genre *Ocneridia* retenus par Chopard (1943) sont :

- Le corps est comprimé, les rides post oculaires sont élevées et rayonnées. La côte frontale est élevée et sillonnée. Le pronotum est tectiforme avec la carène médiane qui n'est pas interrompue par le sillon typique. L'abdomen est caréné et chaque tergite est denté chez le mâle. Les fémurs postérieurs sont à carène comprimée et ondulées.

L'individualisation du genre se place entre 1878 et 1912. Toutes les quatre espèces sont présentes en Afrique du nord. Selon le degré de réduction alaire nous pouvons retenir trois ensembles :

- * Elytres squamiformes atteignant au moins le bord postérieur du metanotum, 2 fois aussi longs que larges. Les ailes sont présentes : *O. canonica* Fisch. et *O. nigropunctata* Luc.
- * Elytres squamiformes atteignant au moins le bord postérieur du metanotum, 3 fois aussi longs que larges. Les ailes sont nulles: *O. microptera* Bris.
- * Elytres cachés sous le pronotum (mâle) ou nuls (femelles) : *O. volxemi* Bol. et *O. longicornis* Bol.

2.2. Répartition géographique

2.2.1. Famille et sous familles

Les Pamphagidae sont répartis dans toute l'Afrique, l'aire méditerranéenne et l'Asie paléarctique. Il est très probable qu'ils descendent d'un ensemble de Pamphagidae gondwanien et sont originaires de l'Afrique du sud, qui au cours du Crétacé moyen, quand

la plaque tectonique africaine s'est séparée des plaques sud américaines, indiennes, et australo- antarctique.

La présence remarquable des Pamphagidae dans la région paléarctique (340 espèces contre 100 pour l'Afrique tropicale), peut être expliquée et décrite par deux événements biogéographiques qui se sont déroulés au cours de la paléantogénèse : quand des fragments de plaques tectoniques se sont détachées d'une partie de la plaque africaine et se sont accolés à la partie marginale sud de l'Eurasie, emportant avec eux un certain nombre d'Akacerinae et de Pamphaginae.

La dérive d'une plaque tectonique de la partie occidentale de la terre (appelée Alborana) a donné naissance à la plaque Ibérique-Sardano-Corsique, qui en se fragmentant a donné naissance à vicarianza avec ses 14 genres de Pamphaginae bien représentée en Espagne, Sardaigne, Sicile et le Maghreb. Ou une partie de la terre a dérivé également vers la région Afghano-Iranienne faisant partie de la plaque Euro-asiatique emportant avec elle, 21 genres de Pamphaginae et 18 genres d'Akacerinae. Vraisemblablement un autre événement évolutionniste des Akacerinae s'est produit à la fin du Miocène et au Plio-Pleistocène quand ces Pamphagidés ont été poussés vers l'est de la Mongolie et en Chine, et vers le large de la côte ouest et septentrionale de la Méditerranée (La Greca, 1998).

Selon Chopard (1943) la famille des Pamphagidae n'existe pas en Amérique, ni dans le domaine holarctique, ni en Australie, nouvelle Zélande Madagascar ni dans les îles océaniques, mais elle serait d'origine gondwanienne compte tenu de la répartition de trois des quatre sous familles, en Afrique, Asie occidentale et le sud de l'Europe. La sous famille des Pamphaginae dont la plupart des genres est réparti en : Afrique du nord (34 % des espèces d'Acridoidea), Asie occidentale et le sud de l'Europe (Dirsh, 1961).

2.2.2. Le genre *Ocneridia* et ses espèces

Le genre est parfaitement associé aux trois pays d'Afrique du nord (Algérie, Maroc, Tunisie), qu'il a pu envahir en se diversifiant d'Est en Ouest. La position centrale de l'Algérie et sa largeur d'Est en Ouest suppose l'existence des 4 espèces. Les localités selon Massa & Biondi (1987) les plus certaines sont portées sur la figure II.1. Nous constatons une forte concentration des Pamphaginae en Afrique du nord.

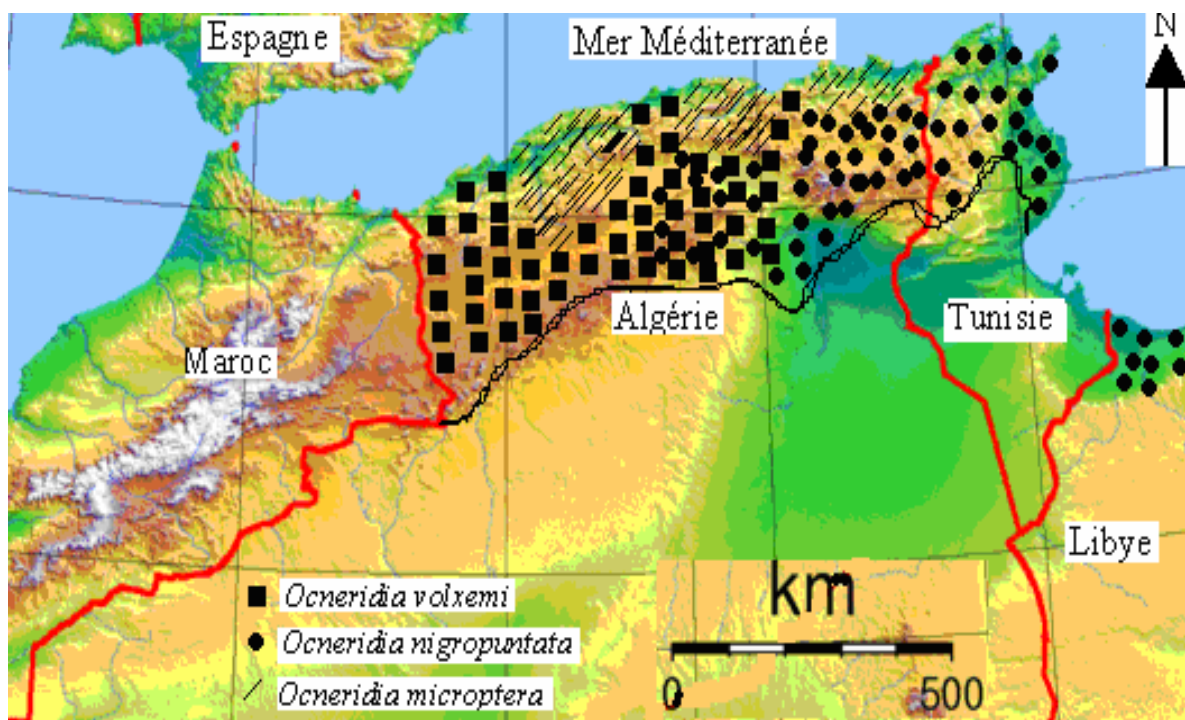


Figure II.1 : Distribution géographique du genre *Ocneridia* (Selon Massa & Biondi, 1987)

2.3. Biologie

Malgré leurs particularités biologiques, l'information bibliographique est très rare sur les Pamphagidae, hormis celle entreprise par Aiouaz & Boufersaoui (1973), Boudegzdame (1980) et Bénia (1993) contrairement aux représentants d'autres groupes d'orthoptères.

2.3.1. Cycle de vie

Selon Chopard (1943), que la présence des adultes sur les 17 espèces citées par cet auteur, se situe en général entre le mois d'avril à juillet. Des rares études entreprises, il ressort que la majorité des Pamphagidae pondent entre juin et septembre. Actuellement aucun indice ne permet d'envisager qu'un Pamphagidae ait plus d'une génération.

2.3.1.1. Développement larvaire

Concernant les Pamphaginae, il existe seulement trois documents :

- Celui de Korsakoff (1941) où il donne pour *Eunapius setifiensis* bris. 6 et 7 stades larvaires respectivement pour le mâle et la femelle.
- Celui de Aiouaz & Boufersaoui (1973), pour *Pamphagus elephas* L., ils donnent 7 stades pour les deux sexes.
- Celui de Bénia (1991), *Pamphagus elephas* et *Pamphagus marmoratus* où elle donne aussi 7 stades pour les deux sexes.

- Durée du développement larvaire: Pour *Eunapius*, Korsakoff indique 188 jours avec un stade lent le quatrième. Pour *Pamphagus*, Aiouaz & Boufersaoui (1973) donnent 92 jours pour le mâle et 98 jours pour la femelle à 28 °C. Les derniers stades sont un peu plus lents notamment pour les femelles.

2.3.1.2. Développement imaginal

La réduction alaire est exceptionnelle chez ces orthoptères (plus prononcée chez les Pamphaginae), d'où un comportement géophile chez la majorité des espèces appartenant à cette famille. Dans l'ensemble de la famille, une seule espèce appartenant à la sous-famille des Pamphaginae donne lieu à des pullulations lorsque les conditions sont favorables et provoque des dégâts aux productions agricoles et pastorales, il s'agit: d' *Ocneridia volxemi* dont le nom vernaculaire est « Boukrouma » du fait que son pronotum est bombé.

2.3.1.3. Accouplement

La durée de copulation est très prolongée chez les espèces du genre *Ocneridia* (Boudegzdame, 1980) mais les données bibliographiques sur le comportement sexuel chez *Ocneridia volxemi* sont inexistantes.

2.3.1.4. Ponte

L'oothèque a été décrite par Delassus *et al.* (1929) in Boudegzdame (1980), il s'agit d'une coque ovigère fermée par un couvercle dont la taille varie entre 17 et 26 mm. L'agglomération des particules terreuses est observée lors du durcissement. Le potentiel biotique de cette espèce est moyen (27 ovarioles par ovaire en moyenne). Le nombre de ponte est de deux rarement trois avec un taux de réussite dégressif de la première à la troisième ponte. Le fonctionnement du germanium des ovarioles de cette espèce est continue durant toute la vie larvaire et la période pré-reproductif et s'arrête de fonctionner dès la ponte (Chara & Lazar, 2002).

2.3.1.5. Diapause

La présence des espèces des Pamphagidés à l'état larvaire ou imaginaire est très rare durant la période froide, cela suppose qu'elles hivernent à l'état embryonnaire. Boudegzdame (1980) a noté dans les localités qu'il a visitées en Algérie, que la présence des adultes appartenant à cette famille se concentre entre avril et août. Dans la région d'Alger, Bénia (1993) a rencontré *Pamphagus elephas* durant toute l'année.

2.4. Ecologie

2.4.1. Caractéristiques du milieu des Pamphagidae

Les localités hébergeant les Pamphagidae appartiennent le plus souvent à des étages bioclimatiques semi-arides et à géomorphologie montagnaise. Ces milieux sont surtout à composante végétale où les Graminées et les Dicotylédones prédominent; il apparaît que ces criquets ne sont spécialement des graminivores mais peuvent consommer différentes plantes. Le peu de littérature rapporté sur cette famille, indique que les individus peuvent se rencontrer dans différents endroits mais avec des préférences pour les endroits bien ensoleillés et secs. En Algérie, ils sont localisés en général dans les hauts plateaux et la région côtière bien que quelques espèces s'avancent assez loin dans la zone désertique (Boudegzdame, 1980).

2.4.2. Caractéristiques du milieu à *Ocneridia volxemi*

2.4.2.1. Répartition géographique

Ocneridia volxemi donne lieu à une répartition assez simple : bande étroite d'environ 800 Km sur environ 15 km. Orientée WSW-ENE c'est à dire parallèlement à la côte ou l'Atlas tellien. Du point de vue altitudinal, il se situe entre 800 et 1300 m. Nous confirmons que *Ocneridia volxemi* se rencontre bien à 2000 m à Tikjda, sur le flanc sud du Djurdjura (Boudegzdame, 1980). Schématiquement *O. volxemi* est donc dans la bande septentrionale des hauts plateaux : au Nord de la région steppique.

2.4.2.2. Le terrain

Pour les stations visitées par Boudegzdame (1980), les caractéristiques du terrain d'*O. volxemi* semblent être des sols secs, calcaires et marneux; des stations ouvertes, associés à une pluviométrie plus abondante et une altitude plus élevée.

2.4.2.3. Données thermiques

a. Ensoleillement

De la cartographie de Landsberg, Lippmann *et al.* (1965), nous notons les valeurs approximatives suivantes, pour l'aire de répartition de cette espèce la durée d'ensoleillement annuelle est autour de 3400 heures. Les extrêmes sont pour janvier 150 heures et pour juillet un peu plus de 350 heures.

b. Températures

De la cartographie de Hoffmann (1960), il est possible de repérer la zone d' *O. volxemi* en fonction des isothermes extrêmes. D'après Boudegzdame (1980). Les minima

absolus sont situés à -5°C . (La moyenne de 0°C pour janvier). Pour les maxima absolus, c'est vers 46°C (la moyenne de 42°C le mois de juillet).

2.4.2.4. Données pluviométriques

L'aire d' *Ocneridia volxemi* est parcourue par des isohyètes réparties autour de la valeur 450 mm par an. Les variations sont liées à deux facteurs principaux l'éloignement de la côte (diminuant la pluie) et l'altitude (l'augmentant).

2.4.2.5. Impression générale sur les facteurs limitants

Selon Boudegzdame (1980) que les caractéristiques climatiques qui apparaissent communes aux stations pour l'ensemble de l'aire d' *O. volxemi* peuvent être ramenées aux deux grandes composantes: thermique et pluviométrique, et à leur résultante. Les températures moyennes de juillet et de janvier sont vers 25° et 5° C. Les précipitations annuelles sont vers 450 mm. Avec seulement 5 mm au mois de juillet et 60 mm au mois de janvier. Le nombre de jours biologiquement secs est autour de 100 jours. Le froid extrême pour le début janvier et la période estivale sèche sont les deux situations critiques auxquelles *Ocneridia* (et les orthoptères sympatriques) doivent adapter leur développement. Une interruption de développement intervient fréquemment chez les insectes, commandés physiologiquement, en accord avec les conditions saisonnières. Cette interruption ou diapause, peut affecter la phase larvaire, la période imaginale ou l'embryon.

2.5. Importance économique

Les Pamphagidae sont des espèces non gregariaptés et par conséquent les espèces pouvant provoquer des dégâts sur les cultures sont très rares. Parmi les genres appartenant à cette famille, seule *Ocneridia volxemi* peut pulluler occasionnellement et provoquer des dégâts. Selon des rapports d'avertissement de l'Institut National de la Protection des Végétaux, en pullulant en 1984, 1986 et 1991, cette espèce a provoqué d'énormes dégâts sur les cultures (céréales et maraichages) dans différentes régions d'Algérie (Sétif, Bordj Bou Arreridj, Médéa, Saida, Tiaret et Tlemcen).

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

Cette partie du travail concerne la présentation des stations d'étude intensives et l'ensemble des techniques, ainsi que les méthodes et procédures utilisées sur le terrain et au laboratoire aussi bien pour l'étude du peuplement orthoptérologique que pour l'étude de la population à *O. volxemi*.

1. PEUPLEMENT ORTHOPTEROLOGIQUE

1.1. Plan d'échantillonnage

Avant le début de la première campagne des relevés zooécologiques, une série de missions d'exploration a été réalisée en vue de reconnaître l'accessibilité des différents biotopes que peuvent fréquenter les orthoptères de la région d'étude, leur identification et la mise au point d'une stratégie d'échantillonnage adéquate. Ces prospections ont révélé que la réalisation d'un relevé zooécologique nécessite en moyenne entre une à une heure demi. En outre, il faut tenir compte des particularités comportementales de certains orthoptères et les conditions d'accès spécifiques à chaque biotope. Malgré ces difficultés plus de 800 relevés ont été effectués. A ce titre, durant les années d'études de 1994 à 1999, nous avons réalisé 875 relevés zooécologiques, selon un plan d'échantillonnage mixte du type stratifié-aléatoire en fonction des facteurs éco-environnementaux de la région tout en insistant sur les facteurs climatiques, édaphique et végétation (structure et diversité du couvert végétal.). Dans cette perspective, les stations intensives de la région d'étude ont été considérées comme des strates d'échantillonnage au sein desquelles l'emplacement des relevés a été défini de façon aléatoire. Durant ces campagnes de prélèvement de 1994 à 1999, pour les périodes printanières et estivale nous avons réalisé 325 relevés zooécologiques toujours selon un plan d'échantillonnage stratifié en fonction des facteurs éco-environnementaux de la région privilégiant surtout la zonation climatique et la diversité des sols.

1. 2. Inventaire de la faune orthoptérologique

1.2.1. Choix des stations d'étude

Il est entendu par station l'endroit précis sur le terrain où est effectué un inventaire orthoptérique. Le choix des stations est réalisé selon leur homogénéité apparente. En pratique, une station doit être homogène par rapport à la structure de sa végétation sur une surface de 100 m². Cette surface correspond à une surface sous laquelle Voisin (1979) conseille de ne pas descendre. Dans la pratique nous avons essayé de travailler sur des

superficielles supérieures à cette valeur, en réalité nous avons opéré sur des surfaces de l'ordre de 270 m². Dans chaque station nous avons progressé en spirale de manière à éviter aux individus de désertir la station en les ramenant en son centre.

Des études préliminaires (Fellaouine, 1989; Bounechada & Doumandji, 1994, 1996) nous ont confirmé que certains sites de la région apparaissent beaucoup plus riches que d'autres. En fonction de ces remarques et après plusieurs prospections de terrain au niveau de la région de Sétif, nous avons choisi 25 stations, réparties sur les trois zones dont 12 sont des stations dites "intensives" ont été retenues et sont considérées comme représentatives des différents biotopes des orthoptères de la région et sont souvent signalées par les prospecteurs de l'Institut National de la Protection des Végétaux et les agriculteurs de la région (Fig. III.1). Ces stations sont visitées en moyenne deux fois par mois; le reste des stations (13) sont dites "extensives" ont été choisies d'une façon aléatoire afin de compléter nos études bioécologiques et l'inventaire faunistique. Notons que ces dernières stations ont été prospectées en moyenne une fois par mois (d'une manière non régulière). Au niveau des stations intensives les observations ont été réalisées du mois de janvier jusqu'au mois d'août.

Les caractéristiques retenues regroupées sous la forme de 32 variables écologiques pour l'inventaire des orthoptères de la région d'étude, sont données au tableau III.1. Il est à noter que l'altitude et l'exposition sont appréciées directement sur le terrain respectivement à l'aide d'un altimètre et d'une boussole. Pour l'analyse écologique nous avons traité seulement les prélèvements recueillis dans les stations intensives durant la période printanière et estivale (de février à août). Pour les données biologiques et l'inventaire des orthoptères nous avons tenu compte de tous les prélèvements effectués dans les différents sites de la région de Sétif.

1.2.2. Caractéristiques des stations d'étude (intensives)

Une caractérisation des stations intensives nous a paru indispensable à la compréhension du mode de fonctionnement du peuplement d'orthoptères de la région d'étude. Les données climatiques et les listes des végétaux dans les stations des différentes zones de la région d'étude figurent respectivement en annexes III.1.a, b, c et annexes III.2. concernant la liste floristique, à chaque espèce nous avons affecté un coefficient d'abondance-dominance (de + à 5) au sens de Braun-Blanquet (Guinochet, 1973 in Fenni, 2003).

1.2.2.1. Stations de la zone centrale

Toutes les stations de cette zone font partie de l'étage bioclimatique semi-aride à hiver froid à frais. La hauteur des précipitations varie entre 350 et 400 mm par an.

*** Description de la station Sétif**

Elle est située à l'intérieur de l'université à 2 Km au Sud de Sétif (ville). Il s'agit d'une jachère. La durée de la saison sèche est de 4 mois. Les sols en majorité sont du type calcimagnésique. Le sol est sec et caillouteux. Le couvert végétal global est de 40 %. La hauteur de la végétation ne dépasse guère les 10 cm La station est plate (sans exposition). Elle est située à 1100 m d'altitude. Il s'agit d'une station semi-ouverte. Il n'existe aucune activité anthropique.

*** Description de la station Ain arnat**

La station est située à 6 Km à l'ouest de la ville de Sétif. La station située à proximité d'un cimetière, est cultivée en blé dur et est infestée par des mauvaises herbes. La durée de la saison sèche est de 4 à 5 mois. La nature des sols est du type calcimagnésique. Elle est située à 1070 m d'altitude et exposée au Sud. Le sol est sec et peu caillouteux. Le recouvrement végétal global est de 70 % et la hauteur de la végétation est de 15 cm.

*** Description de la station El eulma**

Elle est située à 22 Km à l'Est de la ville de Sétif. Il s'agit d'une friche reposant sur un sol caillouteux et très sec La durée de la saison sèche est de 4 mois. La classe des sols, est à sols à sesquioxides de fer par endroit et calcaireuse par autre endroit. Elle est très anthropisée. Elle est située à 950 m d'altitude. Le recouvrement végétal global est 50 %. La végétation est haute de 10 à 15 cm. Elle présente une exposition Est.

*** Description de la station Mezloug**

Cette station est située à 11 Km au sud de la ville de Sétif. Il s'agit d'une prairie graminéenne naturelle, à végétation très dense et à sol très humide puisqu'elle est située à proximité d'un oued et est protégée à l'ouest. Le recouvrement végétal global atteint par endroit les 80 %. La hauteur de la végétation est de 30 cm. La station présente une exposition Est. Elle est située à 960 m d'altitude.

1.2.2.2. Stations de la zone septentrionale

Les stations faisant partie de cette zone appartiennent toutes à l'étage bioclimatique sub-humide à hiver froid.

*** Description de la station Djémila**

Elle se situe à 25 Km au Nord-est de la ville de Sétif. L'aire étudiée inculte et très pâturée, correspond à une friche à tendance xérophile. La hauteur moyenne des précipitations est supérieure à 400 mm par an. La saison sèche dure entre 3 à 4 mois. Le sol appartient à la classe des vertisols à texture argileuse. Ce sont des sols marno-calcaires. Elle est située à 810 m d'altitude. Le sol est sec et faiblement caillouteux. La hauteur de la végétation varie entre 15 et 20 cm. Le recouvrement global est de 60 %. Elle est orientée vers le sud. Il s'agit d'une station ouverte (non abrité). Le pâturage est moyen.

*** Description de la Station Amoucha**

Cette station est située au nord est de la ville de Sétif. Elle culmine à 970 m d'altitude. Il s'agit d'une aire cultivée en céréales (blé dur). La hauteur des précipitations moyenne est supérieure à 500 mm par an. La saison sèche dure entre 3 à 4 mois. Le sol appartient à la classe des vertisols à texture argillo-limoneuse. Le sol est lourd, peu humide, meuble et peu caillouteux. La station est plate. Le couvert végétal est homogène, 80 %. La hauteur de la végétation est de 15 cm.

*** Description de la Station Hammam guergour**

Cette station située à 35 Km au Nord- ouest de la ville de Sétif, s'installe sur un sol épais, humide. Il s'agit d'une prairie. C'est une station peu caillouteuse. Elle présente une végétation haute (30 cm) et un pourcentage de recouvrement élevé (80 %), indiquant une structure de végétation hydrophile. La hauteur des précipitations moyenne est supérieure à 450 mm par an. La saison sèche dure entre trois et quatre mois. Le sol appartient à la classe des vertisols à texture argileuse. Elle est située à 890 m d'altitude. Le pâturage est fort. Elle a une exposition Est.

1.2.2.3. Stations de la zone méridionale

Toutes les stations sont situées dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais.

*** Description de la Station Guellal**

Elle est située à 20 Km au Sud de la ville de Sétif. Elle culmine à 908 m d'altitude. Il s'agit d'une jachère non travaillée qui se trouve à proximité d'un chott (sebkha de

Guellal) et d'un champ de céréale. Elle constitue une zone de transition entre la zone centrale et la zone méridionale; mais les caractéristiques climatiques font d'elle qu'elle fait beaucoup plus partie de la zone méridionale que de la zone centrale. La hauteur moyenne annuelle des précipitations est inférieure à 350 mm. La nature des sols est principalement calcimagnésiques et par endroit halomorphes. La texture du sol est du type limono-argilo-sableuse. Le sol est sec et caillouteux. C'est une station très pâturée. La végétation est clairsemée d'où une couverture végétale globale très faible ne dépassant guère les 30 %. La hauteur de la végétation est de 5 à 10 cm (rase). Elle est légèrement exposée vers l'Est.

*** Description de la Station Ain azel**

Elle est située sur le versant Sud du massif de Boutaleb; ce dernier est distant de 90 Km de la ville de Sétif. Il s'agit d'une friche non travaillée très dégradée et très pâturée. En moyenne la hauteur des précipitations varie entre 350 et 400 mm par an. La durée de la saison sèche est de 6 mois. Le sol est très sec et caillouteux. Le recouvrement végétal est de l'ordre de 30 %. La hauteur de la végétation est de 15 cm par endroit. La station est légèrement exposée vers le Nord. Elle est située à 940 m d'altitude.

*** Description de la Station Draa el Mead (Ain Oulmène)**

Elle est située à 32 Km au sud de Sétif. Il s'agit d'une jachère. La hauteur moyenne annuelle des précipitations est inférieure à 350 mm. La nature des sols est principalement calcimagnésique et halomorphe. La texture du sol est du type limono-argilo-sableuse. La durée de la saison sèche est de 6 mois. Elle est située à 935 m d'altitude. Le sol est sec et caillouteux. C'est une station très anthropisée. Le pourcentage de recouvrement végétal global est 40 %. La végétation est haute de 15 cm. La station est à exposition Sud.

*** Description de la Station Salah bey**

Elle se situe à 32 Km au sud de la ville de Sétif. L'aire est très pâturée. Elle correspond à une friche à tendance xérophile. En moyenne la hauteur des précipitations est inférieure à 300 mm par an. La durée de la saison sèche est de 6 mois. La classe des sols est du type isohumiques et calcaire. Elle est située à 945 m. d'altitude. Le sol est sec et faiblement caillouteux. La hauteur de la végétation varie entre 15 et 20 cm. Le recouvrement global est de 60 %. Elle est orientée vers l'Est. Il s'agit d'une station ouverte.

* Description de la Station Ain ben Aied (Ouled tebbène)

Elle est située à 65 Km au Sud-ouest de la ville de Sétif. Il s'agit d'une jachère dont le cortège floristique est très hétérogène à tendance xérophile. La hauteur moyenne annuelle des précipitations est inférieure à 350 mm. La nature des sols est principalement calcimagnésique. Elle est située à 950 m d'altitude. Le sol est très sec et peu caillouteux. La station est très anthropisée. Le recouvrement végétal est de l'ordre de 40%. La végétation est rase et ne dépasse guère les 10 cm de hauteur. Elle est légèrement exposée au sud.

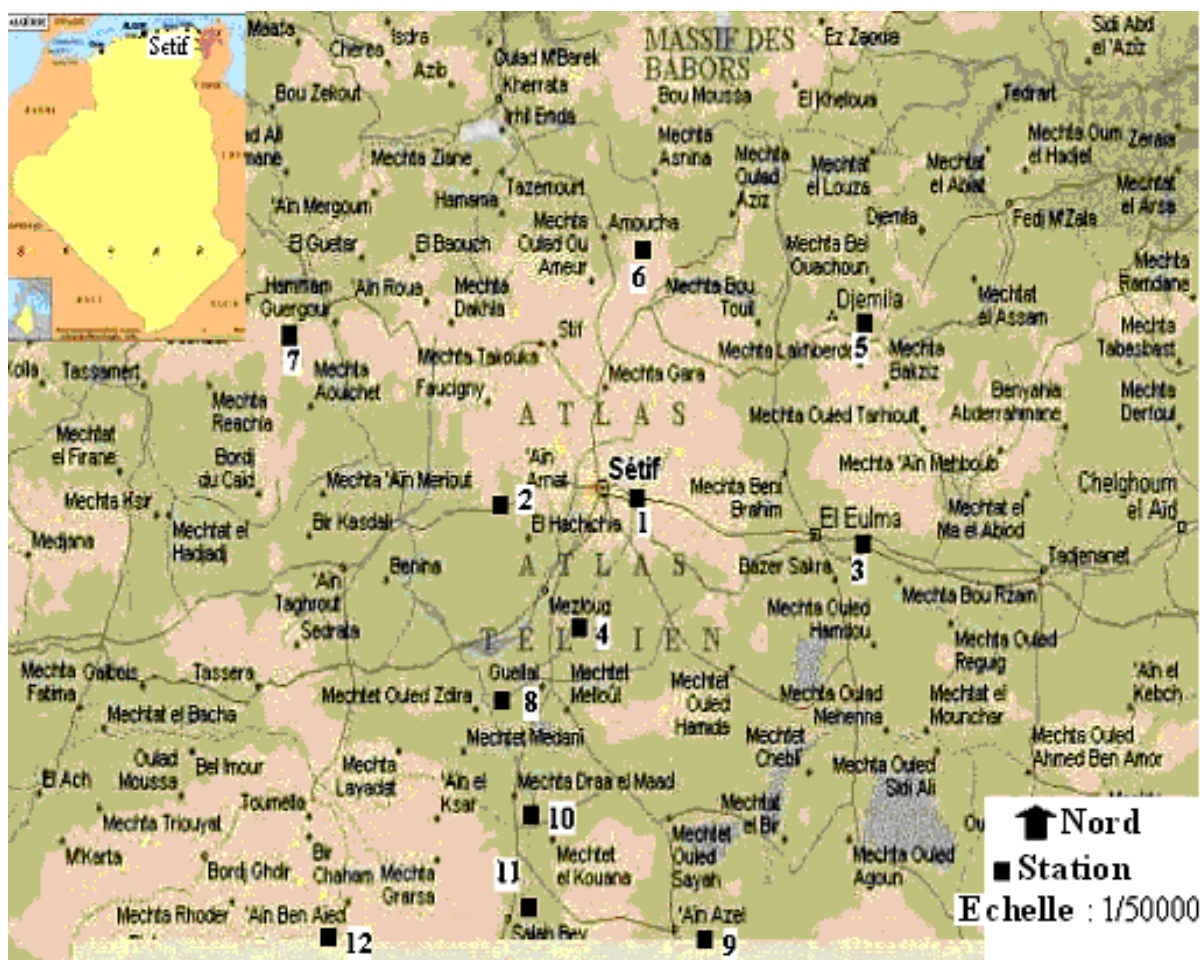


Figure III.1 : Localisation des stations intensives d'étude dans la région de Sétif.

1.2.3. Identification des espèces

La détermination a été faite à partir de l'ouvrage de Chopard (1943) des collections du département de zoologie de l'institut national agronomique et de l'institut de la protection de végétaux d'El-Harrach (Alger), nous avons eu recours également à de nombreux ouvrages notamment ceux, de Dirsh (1965), d'Uvarov (1966), de Louveaux et Benhalima (1987) et Doumandji & Doumandji-Mitiche (1994). Après l'identification

définitive des espèces, une liste a été constituée suivant l'ordre systématique avec un code de référence pour chaque espèce. Les codes ont été portés sur les espèces correspondantes dans les fiches de relevés zooécologiques. Les orthoptères collectés sont préparés et fixés et ont reçu une étiquette définitive et ont été placés dans des boîtes de collection. L'ensemble de ces spécimens est déposé au niveau du laboratoire de recherche d'écologie animale de la Faculté des Sciences de Sétif où il sert de collection de références.

Tableau III.1 : Caractéristiques et variables écologiques retenues.

I - Nature de la station: Friche, Jachère, champs de céréale, Prairie.

II- Humidité du sol : Humide, Peu Humide, Sec, Très Sec.

III- Exposition: Nord, Sud, Est, Ouest, NULLE

IV- Hauteur de la végétation: Rase: - de 10 cm, Moyenne: entre 10 - 25 cm,
Haute: + de 25 cm.

V- Précipitation (mm/an) : Pluie1: - de 350 mm, Pluie2: entre 350 - 400 mm,
Pluie3: + de 400 mm.

VI- Température : Faible, T-MOY: Température moyenne,
ELEVÉE: Haute température; T-ELEVÉE: Très haute température.

VII- Pâturage: AC-FAIBL: Faible, AC-Moy: Moyenne, AC-Fort: Fort pâturage.

VIII- Cailloux: PAS-CAIL: Peu ou pas de cailloux, CAILLOUX: Présence de cailloux.

IX- Couvert végétale: R-FAIBLE : - à 10%, R-MOY : entre 10 – 50 %,
R- FORT: entre 50 – 80 %, R-T-FORT: + de 80 %.

1.3. Techniques d'échantillonnages utilisées

1.3.1. Pour l'inventaire

Pour faire l'inventaire des orthoptères de la région des hautes plaines sétifiennes, nous avons fait appel à différentes techniques d'échantillonnage, nous citerons le fauchage par l'utilisation d'un filet fauchoir, le piègeage par l'utilisation des pots Barber et la chasse

directe par la main. Le prélèvement est effectué en vue d'une étude d'un peuplement, les orthoptères après avoir été déterminés, sexés et comptés, sont relâchés à l'endroit où ils étaient capturés.

1.3.2. Pour l'étude biologique

La connaissance du fonctionnement de tout écosystème d'un peuplement animal suggère impérativement la connaissance du cycle biologique de chacune des espèces composant cet écosystème.

1.3.2.1. Diversité des cycles biologiques des orthoptères inventoriés

Elle a fait l'objet d'une synthèse des différents travaux effectués sur le terrain dans la région de Sétif. Ces travaux sont surtout ceux de Fellaouine 1984, 1989, Bounechada 1994, 1996, ainsi que les travaux réalisés par les étudiants sous la direction de Bounechada.

1.3.2.2. Cycle biologique des espèces d'orthoptères problématiques

Le cycle biologique des êtres vivants est l'étude notamment des réponses de ces derniers aux changements climatiques des milieux dans lesquels ils vivent. Bergmeier, (1998) définit le cycle biologique comme étant l'étude des événements biotiques périodiques qui peuvent se produire à différents niveaux, comme l'organe, le tissu ou la cellule. Elle étudie les variations des phénomènes périodiques de la vie végétale et animale en fonction du climat. Une population peut posséder plusieurs états ou stades biologiques en même temps. Dans ce cas, nous considérons l'insecte à l'état qui domine. Le suivi des cycles de développement des principales espèces a été effectué durant deux années successives (1996 et 1997) dans trois stations réparties en fonction des conditions écologiques de la région: la station de Amoucha, représentant la zone septentrionale, la station Sétif, pour la zone centrale et la station de Guellal pour la zone méridionale.

a. Suivi du cycle biologique

Le cycle de développement des espèces est suivi depuis le mois de janvier jusqu'au mois d'août selon une fréquence de 10 à 15 jours selon la localisation de la station considérée. Les individus récoltés (au nombre de 5 au maximum selon le stade et l'espèce considérée) sont ramenés au laboratoire pour être mesurés. A partir des données obtenues sur le terrain, des graphes de cycle biologique ont été élaborés pour chaque espèce. Notant que ces cycles ont été représentés sous forme de graphiques qui retracent la pourcentage de présence de chaque stade de développement et son importance relative au cours du temps.

Pour traduire d'une manière détaillée les principaux stades de développement, nous avons reporté les dates des sorties sur l'axe des abscisses et degré de présence relative de chaque stade (individus en pourcentage) sur l'axe des ordonnées. Afin de pouvoir comparer les cycles des espèces et les regrouper sur la base de la similitude biologique dans le temps (1996 et 1997) et dans l'espace (stations retenues).

b. Données climatiques durant deux années successives 1996-1997

Durant l'année d'échantillonnage 1996, la hauteur des précipitations enregistrée à la station de Sétif est de 442 mm, février était le mois le plus froid et le plus pluvieux. La hauteur des précipitations notée durant l'année 1997 à Sétif et Guellal, sont respectivement, de 402,4 et 340,6 mm, les deux supérieures à la moyenne 1980/00. Les précipitations enregistrées à Amoucha durant les années 1996 et 1997 sont respectivement de 577 mm et 438 mm, cette station reçoit habituellement 506 mm (Fig. III.2).

La température minimale est comprise entre 0 et 3°C, elle est souvent plus proche de la première valeur que de la seconde. Ce qui entraîne une très peu activité de la majorité des orthoptères pendant les deux à trois mois de l'hiver. Les mois les plus froids, durant les deux années d'échantillonnage, sont février et janvier. Habituellement, la saison sèche débute fin mai début juin. Elle a commencé au mois de juin en 1996 et en mars en 1997 (Fig. III.3). La pluviosité est répartie en deux maximums (automne et fin printemps).

1.3.3. Ecologie

Afin d'essayer de déterminer plus précisément quels sont les milieux préférentiels des espèces d'orthoptères dans la région de Sétif, il nous a été nécessaire de retenir plusieurs variables écologiques (cf. Tab. III.1).

1.3.3.1 Relevé zooécologique

Le relevé zooécologique est réalisé sur une surface de 270 m² et est ramené à 100 m². À la fin de chaque relevé un tour sur les bords de la station est effectué pour inventorier les espèces localisées ou bien les espèces qui ont fui lors de nos prélèvements. Il consiste à parcourir la parcelle dans différentes directions jusqu'à ce que la découverte d'une espèce nouvelle. Le stade de développement de chaque espèce est noté. Il comprend aussi l'observation du milieu. Selon Legendre & Legendre (1984), l'étude écologique est fondée sur des descripteurs écologiques (attributs, variables ou caractères au moyen desquels sont comparés ou décrits les espèces de l'étude). Ainsi, dans chaque station un

relevé mésologique est réalisé. Il porte sur les facteurs permettant de caractériser l'environnement et susceptibles d'expliquer la présence et l'abondance des orthoptères. Les 32 variables écologiques, regroupées en variables naturelles (climatiques, géomorphologiques et édaphiques), floristique et anthropique. Ces descripteurs retenus sont statués dans la bibliographie comme efficaces sur la distribution des orthoptères.

1.3.3.2. Fiches de travail

Etant donné l'extension de la région d'étude, la variabilité du milieu et la probable diversité des relevés zooécologiques La variation spatio-temporelle du peuplement et des populations des orthoptères, une fiche de relevé zooécologique homogène a été créée en vue de rendre la description du milieu et des espèces plus objective. Cette fiche devrait permettre ainsi une exploitation ultérieure plus aisée des données lors du traitement par ordinateur. La fiche de relevé zooécologique est composée des parties principales suivantes:

- 1/ descripteurs pour caractériser le lieu de réalisation
- 2/ descripteurs pour caractériser le milieu physique
- 3/ descripteurs pour caractériser la végétation et le degré de pâturage
- 4/ descripteurs relatifs à l'identification et à la qualification du peuplement et de la population d'orthoptères. Pour cela nous avons établi deux types de fiches (Annexe III.3):
 - Paramètres de localisation (altitude, lieu, date,...)
 - Paramètres climatiques (T°, pluie, vents,...)
 - Paramètres biotiques : différents milieux (structure et composition de la végétation, jachère, friche, ...).

1.4. Analyse statistique des données

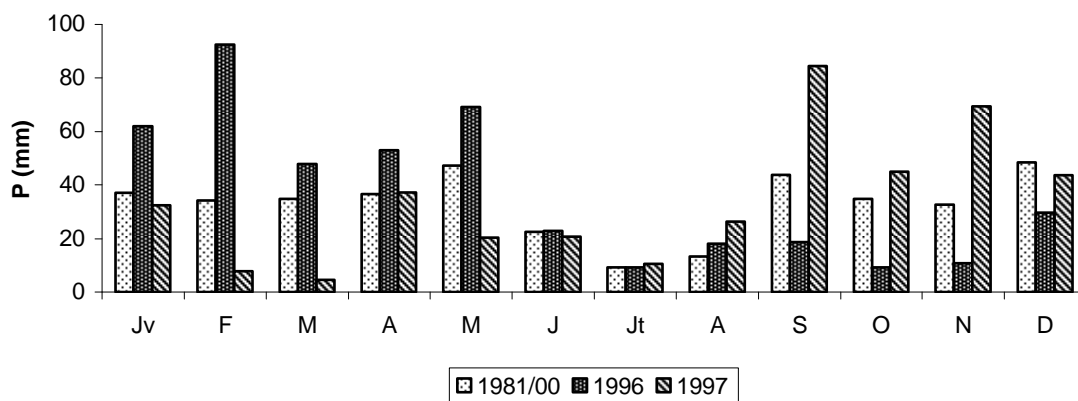
Pour faire l'analyse écologique et dégager les facteurs qui gouvernent la répartition spatiale du peuplement orthoptérologique de la région d'étude, nous avons fait appel à deux méthodes complémentaires (Le Bourgeois, 1993) souvent utilisées simultanément (Loudyi, 1985; Le Bourgeois, 1991), il s'agit de l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) et de la Classification Hiérarchiques Ascendante (CAH) (Benzecri, 1973; Legendre & Legendre, 1984).

La matrice des données est soumise d'abord à une AFC puis à une CHA, réalisées par le logiciel Statistica version 5.0 sous Windows. L'AFC est maintenant d'un usage courant dans les études écologiques et biologiques, tout en raison des possibilités qu'elle

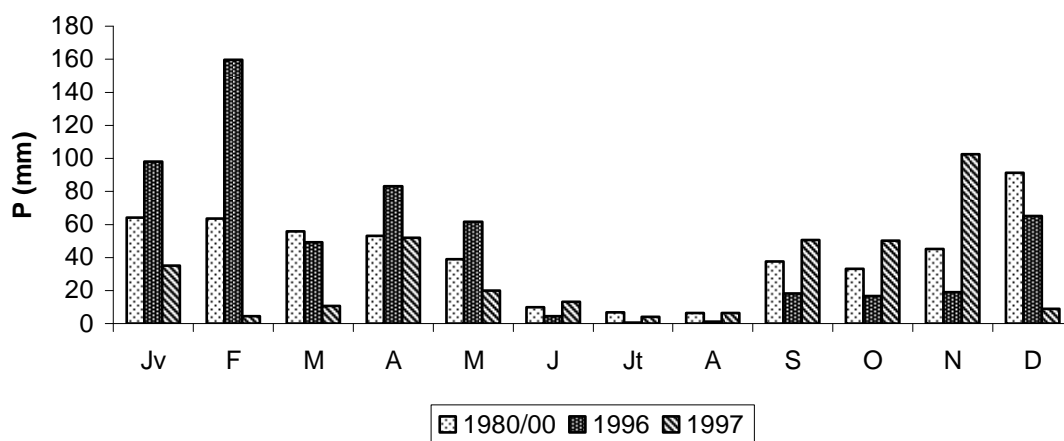
offre pour le traitement objectif et rapide d'un vaste ensemble de données, que par son aptitude à fournir une représentation spatiale des divers objets étudiés en fonction de leurs relations respectives. Guinnochet & Roux (1967) ont montré que pour parvenir aux résultats, il suffirait de faire intervenir la présence ou l'absence d'une espèce plutôt que son abondance-dominance. Ce que font actuellement la plupart des chercheurs.

L'analyse consiste d'abord à calculer une distance entre deux éléments d'un même ensemble en fonction de la différence entre les profils distributionnels des fréquences qu'ils présentent avec les éléments de l'autre ensemble. Un Taxon est relié à un autre taxon par une distance qui est fonction de la ressemblance entre les profils distributionnels que les deux taxons présentent avec les classes de variables. Une représentation géométrique peut être associée. Les taxons sont représentés par les points positionnés dans un espace à autant de dimensions qu'il y a de taxons indépendants ou de classes de variables indépendantes. L'ensemble formé dans l'espace est un nuage, dans lequel les points sont deux à deux séparés par une distance géométrique égale à un coefficient, à la valeur de la distance calculée. Cette simplification consiste à déterminer la succession des axes perpendiculaires aux précédents et qui maximisent la plupart de l'inertie expliquée dans le reliquat de l'inertie du nuage, non expliqué par les axes précédents. Le nombre total des axes est égale au nombre de dimension de l'espace. Pour connaître la structure du nuage, il est donc intéressant de calculer la part de l'inertie totale du nuage expliquée par chacun des axes factoriels, puis il faut interpréter le sens des principaux axes ou celui des plans qu'ils forment deux à deux. Cette interprétation est bâtit sur les valeurs absolues ou relatives de la participation de l'axe factoriel de chaque variable, classe ou groupes de variables et sur la contribution relative de chaque axe à l'inertie au nuage après une variable, une classe ou un groupe de variables.

a- Sétif (zone centrale)



b- Amoucha (zone nord)



c- Guellal (zone sud)

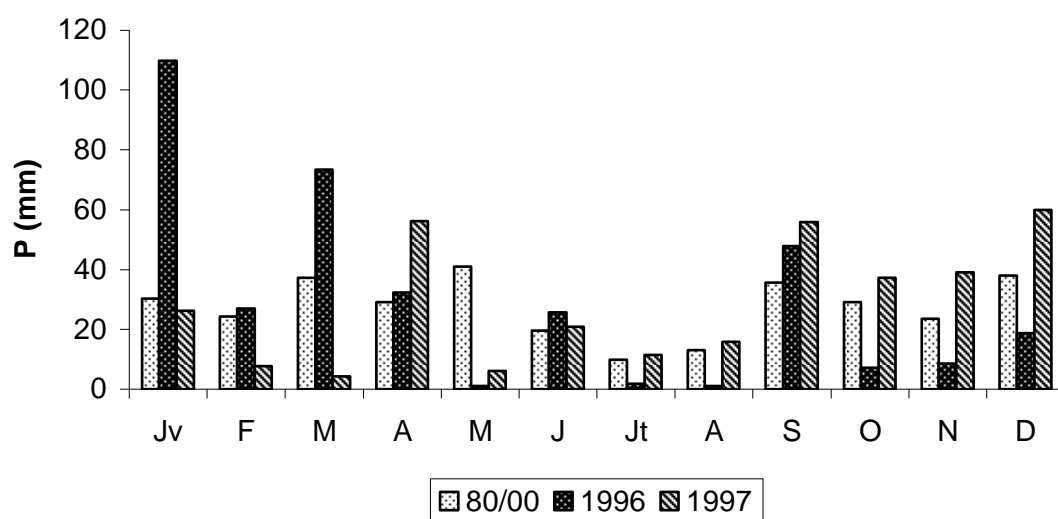


Figure III.2 : Variation des précipitations mensuelles : a- station de Sétif (zone centrale), b- station Amoucha (Zone nord) et c- station de Guellal (Zone sud).

2. ETUDE DE LA POPULATION A O. VOLXEMI

Pour l'étude des facteurs de pullulation, l'estimation de l'effectif, le mode de déplacement, et le régime alimentaire et pour une commodité de travail, nous avons retenu seulement la station de Sétif (présentant les caractéristiques du milieu à *Ocneridia volxemi*)

2.1. Techniques utilisées

2.1.1. Technique des quadrats

Cette technique nous a permis l'estimation absolue de la densité de la population étudiée à toutes les phases de son développement. Nous avons procédé de la manière suivante: La station étudiée (Station Sétif) est quadrillée en carrés de 3 m x 3 m à l'aide d'un cordon, on délimite ainsi une surface de 270 m², soit une trentaine de carrés. Ces carrés sont visités selon un rythme de 10 à 15 jours. La faune orthoptérologique y est prélevée dans chacun d'eux. Les captures sont rassemblées dans un sachet en nylon portant le numéro du carré échantillonné. Après détermination et comptage des individus des différents stades de développement, ceux-ci sont ensuite remis sur terrain en les dispersant dans leur carré respectif. Pour l'étude de la population à *Ocneridia volxemi* notre choix a porté sur un biocénomètre classique à ciel ouvert que nous avons désigné sous le nom de cadre à orthoptère. Le biocénomètre que nous avons utilisé est un cadre démontable de 1 x 1 m de côté et 0,60 m de hauteur, représentant une surface de 1 m². Ce cadre déposé rapidement sur le terrain, emprisonne les orthoptères présents. L'efficacité de ce cadre est maximale lorsque la végétation est rase et inversement lorsque celle-ci devient haute. La récupération des individus emprisonnés dans l'enceinte se fait le plus souvent manuellement soit par l'aspirateur buccal. Les individus prélevés sont mis dans des sachets portant le carré respectif ou ils ont été récoltés.

2.1.2 Technique de capture-recapture

Afin de préciser certains points sur la dynamique de population et d'éthologie d'*O.volxemi*, nous sommes intéressés à la mise au point d'une technique de marquage effectuée sur l'espèce. Nous avons utilisé et appliqué sur différentes parties du corps de l'insecte, différentes couleurs indélébiles, pour différencier les mâles des femelles, et les carrés de prélèvements. Cependant ces techniques impliquent que certaines précautions soient prises afin que l'analyse des résultats puisse être effectuée selon les diverses formulations proposées par les auteurs notamment celles concernant l'intervalle de capture-recapture qui doit être suffisamment grand, afin de permettre une bonne dispersion

des individus marqués dans la population. Il doit tenir compte des capacités de déplacement de l'espèce.

2.2. Aspects biologiques

2.2.1. Détermination du nombre de stade larvaire

Le nombre de mues chez les orthoptères est très variable. Chopard (1949) donne un nombre de mues de 6 à 9 pour les Tettigoniidés, plus de 10 pour les Grylloides, cinq à six et rarement plus; pour la super famille des Acridoidea. Ramsay (1964) estime que cinq stades est de loin le nombre le plus fréquent. De façon plus précise dans la sous-famille des Pamphaginae à laquelle appartient *O.volxemi*, le nombre de six stades apparaît le plus fréquemment. Aiouaz et Boufersaoui (1973) ont décrit sept stades pour les deux sexes de *Pamphagus elephas* L.; Korsakoff, (1941) donne 6 stades pour les mâles et 7 pour les femelles de *Eunapius setifiensis*.

- **Méthodes biométriques**

Ces méthodes ayant recours aux paramètres morphométriques et phénotypiques (fémur, pronotum, taille, poids...), sont très souvent utilisées par les chercheurs en orthoptérologie pour caractériser un stade de développement d'une espèce donnée. Louveaux *et al.* (1988) ont aussi utilisé la taille du fémur et du pronotum dans leur étude biométrique sur le criquet italien *Calliptamus italicus*. Les mesures que nous avons réalisées ont été effectuées à l'aide d'un pied à coulisse digital.

Pour bien déterminer le nombre de stades larvaires nous avons effectué une étude biométrique de la croissance post-embryonnaire d'*O.volxemi*. Les buts principaux étant de : déterminer le nombre de stades larvaires dans les conditions naturelles en utilisant les indices morphométriques aisément mesurables (longueur du pronotum, du fémur et du corps). Ces critères de tailles des fémurs postérieurs et du pronotum ont été retenus en raison de leur variances par rapport aux conditions de conservation des insectes et de la relation linéaire avec la longueur total du corps (Gillon, 1974). On peut distinguer les femelles et les mâles dès le premier stade. On porte l'ensemble des couples de mesures du pronotum et du fémur effectué sur chacun des individus prélevés sur le terrain, sur deux graphiques, l'un correspondant aux femelles, l'autre aux mâles. Les mesures du pronotum sont portées en ordonnées, celles du fémur en abscisses. On constate que les points s'ordonnent en groupe ou nuage. Chaque groupe correspond à un stade.

2.2.2. Cycle biologique d'*Ocneridia volxemi*

L'étude du cycle biologique de cette espèce est indispensable car toute mise au point d'une méthode de lutte ne peut être efficace sans cette connaissance. Pour cela le suivi du cycle biologique d'*Ocneridia volxemi* a été réalisé dans trois stations représentatives et sur trois années successives de 1995 à 1997.

2.2.3. Estimation du cycle par les degrés- jours

Le concept de cette méthode est basé sur la température qui contrôle le développement de plusieurs organismes vivants. Les plantes et les invertébrés (insectes et nématodes) exigent une certaine quantité de chaleur pour passer d'un stade de développement à un autre (par exemple du stade œuf au stade adulte). La somme de chaleur nécessaire à chaque stade de développement de l'insecte est l'une des caractéristiques d'une espèce donnée et ce à partir d'un seuil appelé vulgairement le zéro de développement pour les animaux (invertébrés) et zéro de végétation pour les végétaux. La durée du cycle biologique d'une espèce est la somme des durées de tous les états physiologiques par lesquels passe cette espèce. Cette durée est étroitement liée aux conditions environnementales. Au cours de leurs cycles de vie, les plantes et les animaux invertébrés (insectes et nématodes inclus) exigent une certaine quantité de chaleur pour passer d'un stade de développement à un autre. Cette quantité de la chaleur accumulée durant un certain nombre de jours est connue comme étant le temps physiologique « Physiological time », il s'exprime en degrés-jours (appelée aussi unité de chaleur).

Si on connaît l'exigence unité de chaque stade de développement on peut déterminer facilement le nombre de jours nécessaire pour l'achèvement de stade, donc la somme des degrés jours permet d'estimer la durée du cycle de vie de l'insecte. Notons que la quantité d'énergie exigée par un animal pour terminer son développement ne varie pas. Ainsi chaque stade de développement de chaque organisme a ses propres exigences en chaleur (Allen, 1976; Halimi, 1980; Willson & Barnett, 1983).

Les modèles développés sur la base de la somme des températures accumulées durant les différents stades de développement, ont été utilisés dans la description de la croissance et du développement des insectes entre autres par Ecknerod *et al.* 1975; Barfield *et al.* 1978, et Sanborn *et al.* 1982). La prévision des stades de développement des insectes nuisibles avec des équations thermique est un bon outil qui permet de comprendre la plasticité des espèces fournissant ainsi des solutions pratiques aux problèmes de gestion

des insectes nuisibles. La formule utilisée pour calculer la somme des degrés-jours des différents stades de développement et le cycle de vie d'*Ocneridia volxemi* durant la campagne d'échantillonnage de 1996 :

$$\sum_{i=1}^n Dj = \sum [((T_{\max} + T_{\min}) / 2) - T_b]$$

Cette formule a été utilisée par plusieurs auteurs dont Satorre *et al.* (1996) et Baker & Reddy (2001).

i est le premier jour d'observation (biofixe), T max est la température maximale journalière de l'air et T min. est la température minimale journalière de l'air et Tb est la température de base au dessous de laquelle le développement de l'insecte cesse. La température de base varie en fonction des espèces. Dans nos calculs nous avons pris 0 °C comme température de base. Les données climatiques, utilisées dans nos calculs sont celles de la station météorologique de Sétif, située à 2 Km à l'Est des stations de la zone centrale.

2.3. Aspects écologiques

2.3.1. Etude de la structure de la population à *Ocneridia volxemi*

Comme nous l'avons signalé dans le chapitre précédent, *O. volxemi* est une espèce nuisible dans la région de Sétif, et qui peut provoquer des dégâts très importants sur diverses cultures, lorsqu'elle pullule. Dans le but de comprendre les causes de pullulation, l'étude de la structure (densité globale) de la population est utile. Dans celle-ci nous avons insisté seulement sur les variations d'effectifs dans le temps (trois années successives (1995, 1996 et 1997). Notre choix a porté sur la station de Sétif (centre) et ce pour une commodité de travail

2.3.2. Méthode d'évaluation des déplacements

L'évaluation de la distance parcourue par un insecte est très importante dans les études écologiques. Elle permet de nous donner une idée sur les milieux possibles que peut coloniser un insecte donne. Elle est estimée par la distance que peut parcourir quotidiennement un individu donné. Ainsi la station considérée on a défini 30 carrés. Les adultes capturés dans chacun des carrés reçoivent une marque correspondant à l'un des carrés selon un code fixé au préalable. Cette manipulation est effectuée tous les trois à sept

jours : tout individu recapturé dans un carré différent de son précédent lieu de capture reçoit la marque correspondante à ce nouveau carré. Une telle méthode permet ainsi de suivre les déplacements successifs de chaque individu marqué.

2.3.3. Méthodes d'évaluation des effectifs de populations

Pour estimer l'effectif d'une population animal, on a recours à plusieurs méthodes d'estimation. Toutes ces méthodes qui sont en fait que des applications ont pour principe l'indice de Lincoln:

$$\text{Soit } P = M \times E / R$$

Où

P= la population totale

M= Total des individus marqués

E = Total des individus de l'échantillon

R = Total des individus marqués

Bailey (1952) a donné la variance de cette estimation de la population:

$$\text{Var. } P = M^2 E (E-R) / R^3$$

et Erreur Standart = $M/R \sqrt{E (E -R)/R}$

Dans notre cas, on a utilisé le mode d'estimation de Jolly, méthode reprise par Southwood (1966) : Formule de base :

$$P_i = M_i n_i / r_i$$

Où

P_i= l'estimation de la population le jour i.

M_i= estimation du nombre total d'individus marqués dans la population le jour i,

Où M_i = m_i Z_i/R_i

r_i = somme des recaptures effectuées le jour i sur des individus relâchés marqués les jours précédents.

n_i = nombre total d'individus capturés le jour i.

m_i= total des individus relâchés marqués le jours i

R_i = somme des recaptures effectuées à partir des individus relâchés marqués le jour i.

Z_i = somme des recaptures effectuées à partir du jour i + 1 sur des individus ayant été relâchés marqués les jours i – 1 et précédents.

Les tableaux permettant de calculer M_i, Z_i, R_i ..sont données en annexes IV.7.

2.4. Méthodes d'étude du régime alimentaire

Il apparaît qu'il existe une liaison étroite entre certaines associations végétales et la présence d'une ou plusieurs espèces d'acridiens. La question qui se pose alors est de savoir si cette corrélation s'explique en grande partie. L'étude du régime alimentaire devrait nous apporter des éléments de réponse si l'on veut réellement considérer les orthoptères comme des « enregistreurs biologiques ». La connaissance des régimes alimentaires est réalisée quelquefois par l'observation directe, soit dans la nature, soit dans des élevages. Il existe à côté de ces méthodes, des techniques plus précises qui consistent à déterminer les plantes dans les fientes ou les crottes : ceci pour des groupes aussi variés que les mammifères (Steward, 1967; Evans, 1973), les mollusques pulmonés (Pallant, 1972), les insectes phytophages: orthoptères (Williams, 1954; Chapman, 1957 ; Gangwere 1961; Mulkern, Tockek & Brusven, 1964; Gillon, 1968; Bernays & Chapman, 1970; Hummelen & Launois, 1976).

Plusieurs méthodes d'étude du régime alimentaire des phytophages ont été décrites (Bernays & Chapman, 1970; Launois-Luong, 1975). Chez ces derniers les critères de détermination des plantes des contenus stomacaux ou fèces, les plus souvent employés reposent sur l'étude des contours des cellules épidermiques, banales ou différenciées. Elles consistent à déterminer les plantes consommées par l'examen des épidermes contenus dans les fèces et leurs comparaisons avec une épidermiothèque préparée à partir des plantes du biotope. Des relevées des végétations ont été effectuées en avril et mai. Les déterminations ont été faites à partir de la flore de Quezel & Santa, (1962 et 1963), et par Fenni (Univ. Sétif).

Tous les 7 jours, nous avons essayé de capturer deux mâles et deux femelles de chaque stade dans chaque carré de la grille du mois de mars au mois de mai 1996. Ils sont mis à jeûner séparément pendant 24 heures; et après récupération des fèces, ils sont relâchés sur les lieux de capture dans chaque carré respectif. Au total plus de 600 individus (tous les stades confondus) ont été prélevés. Les individus du premier stade rares lors du premier prélèvement (09 février 1996) n'ont pas été capturés. Les fèces ont été traitées au laboratoire selon la méthode de Launois-Luong, (1975). Quatre lames sont préparées avec des quantités de fèces représentant la moitié de ce qui a été collecté de deux mâles et deux femelles, soit :

10 mg : stades 2 et 3

20 mg : stade 4

80 mg : stade 5

120 mg: stade adulte.

Sur chaque lame de fèces préparée nous avons noté la présence-absence d'épidermes végétaux dans dix observations choisis au hasard (Hercus, 1960). Ceci nous a permis d'évaluer la fréquence et la variabilité du régime alimentaire au cours du développement d' *O. volxemi*. La durée d'observation varie de 10 à 20 minutes par lame. La comparaison entre la lame de fèces et la lame épidermiothèque des végétaux a été faite selon les modalités rapportées par Launois, (1975); Benhalima, (1987) et Chara, (1987). Notant que la détermination des fragments des végétaux s'appuie sur plusieurs critères : la taille, la forme des cellules, le type de paroi, la disposition des cellules, la forme et la densité des stomates, la présence ou l'absence des poils ainsi que le nombre des cellules contenant ces poils.

2.5. Méthodes d'étude de la consommation

2.5.1. Mesure de la consommation

La mesure de la consommation chez les insectes est très importante dans les études biologiques. Elles permettent de nous renseigner sur la quantité d'aliment que peut consommer un animal à chaque stade de son développement et estimer l'impact de cet animal sur la production primaire durant toute sa vie. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour estimer la consommation chez un animal donné.

*** en surface foliaire**

Pour calculer la consommation quotidienne relative de chaque individu à chaque stade de son développement, nous avons procédé de la manière suivante: Le contour de la surface des feuilles consommées est projeté grâce à un lecteur de plan et est décalquée sur du papier calque qui est lui-même par la suite découpé et pesé. On peut alors obtenir la surface consommée en divisant ce poids de papier par le poids d'une surface connue de ce même papier. Nous avons utilisé cette méthode dans l'étude des effets des extraits végétaux sur la consommation et la mortalité sur la population d'*Ocneridia volxemi*.

*** en poids de matériel ingéré**

Pour estimer le poids quotidien du matériel ingéré, nous avons opéré de la manière suivante: un échantillon de feuille en partie consommée, de surface connue est placé dans une étuve à 65° et servira à déterminer le poids sec à 65°C d'un mm² de feuille de blé dur. Ce dernier multiplié par la surface consommée permet d'obtenir le poids sec à 65° du matériel foliaire ingéré. Le poids sec d'un mm² de feuille de blé dur (*Triticum durum* var. Mohamed Ben Bachir) à 65°C est de 0,021mg (moyenne de 50 échantillons). Cette

méthode a été utilisée dans l'estimation de la consommation quotidienne par les différents stades de développement d'*O. volxemi*.

2.5.2. Evolution de la consommation

Dans le but de voir l'évolution de la consommation en fonction des différents stades de développement, nous avons suivi au laboratoire la consommation de cinq femelles et cinq mâles par la mesure de la quantité du végétal ingéré (feuilles de blé dur) quotidiennement depuis le deuxième stade larvaire jusqu'au stade adulte.

2.5.3. Consommation par rapport au poids de l'insecte

Dans ce type de mesure de la consommation, on tient compte du poids sec moyen de l'animal, du poids sec de la nourriture ingérée et de la durée du stade larvaire. Cette consommation peut être calculée par l'index de consommation de Walbauder (1968):

$$C/P/T$$

Où

C : poids sec du matériel ingéré (mg),

P : poids sec moyen de l'individu (mg),

T : durée du stade larvaire en jours.

2.6. Méthodes d'essais de lutte biologique

Comme nous l'avons rapporté dans le chapitre précédant, différentes méthodes de lutte peuvent être utilisées dans la régulation des populations animales nuisibles. Les méthodes que nous avons choisies consistent en l'utilisation des extraits huileux et aqueux des végétaux considérés comme phagorépusifs, antiappétantes ou insecticides et un entomophthoral qui a démontré son efficacité vis à vis de plusieurs insectes nuisibles.

2.6.1. Par les extraits des végétaux

L'utilisation des insecticides chimiques dans la lutte contre les ravageurs des végétaux donne des résultats rapides dans la diminution des dégâts. Cependant leurs coûts élevés et leurs effets néfastes sur la santé humaine et sur l'écosystème d'une manière générale ont motivé les chercheurs à trouver un moyen de lutte de remplacement. Ce moyen consiste à l'utilisation des insecticides d'origine végétale. Des études sur l'efficacité des extraits de certains végétaux insecticides (phagorépusives) ont été entreprises dans de nombreux pays (Bakhshi, 2006). Il s'est avéré que ces types de plantes

appartenant au genre *Melia* renferment des composés insecticides intéressants (Schwinger *et al.* 1984; Alessandro & Stella, 1993).

Différentes techniques d'extraction des plantes peuvent être utilisées, selon qu'il s'agit d'extraits huileux ou aqueux (Collin, 2000). Il est à noter que les extractions peuvent concerner les différentes parties du végétal. Cependant la quantité des matières actives diffère selon les parties et le stade physiologique de la plante.

Nous avons choisi deux plantes qui sont *Melia azedarach* et *Eucalyptus globulus* (Photos en annexes II.2). Ce choix se justifie par le fait que les extraits des feuilles et des fruits *Melia azedarach* ont montré leur efficacité insecticide sur de nombreux insectes (Alessandro & Stella, 1993; Nardo *et al.* 1997; Valladares *et al.* 1997; Banchio *et al.* 2003; Ould El Hadj *et al.* 2006). En plus ces deux plantes ont une large distribution en Algérie dont la région d'étude. En ce qui concerne la deuxième plante, plusieurs travaux ont rapporté l'effet toxique des extraits sur les insectes (Valladeres *et al.* 1997; Carolina *et al.* 2004; Charleston *et al.* 2006; Maciel *et al.* 2006; Ould El Hadj *et al.* 2006).

2.6.1.1. Extraits des substances des fruits de *Melia azedarach* L.

***Extrait huileux**

L'extraction des huiles essentielles des végétaux peut se faire par diverses techniques sur le végétal brut coupé en petits morceaux soit à partir du broyat (poudre). Les plus employées sont: la distillation, l'enfleurage, l'extraction par les solvants, l'extraction au fluide supercritique et l'extraction au micro-ondes (Bencheikh, 2004). La dessiccation des fruits de *M. azedarach* s'est faite dans une étuve à une température de 47°C (jusqu'à la stabilité du poids), ensuite les fruits ont été broyés à l'aide d'un mortier. Le produit broyé est soumis à une hydrodistillation, en usant de l'appareil Clevenger, afin d'extraire l'huile naturelle (1kg de fruit permet d'extraire 45 ml d'huile). L'hydrodistillation dure trois heures. Les huiles obtenues sont conservées dans des flacons opaques bien scellés à température basse (4-6° C). Pour tester les huiles essentielles sur les larves du stade 5, nous avons préparé trois doses : 0,5 %, 1 % et 2 % des extraits huileux de la plante avec de l'eau distillée. Pour les adultes nous avons retenu seulement 2 doses : 1 % et 2 %. Pour mieux faciliter l'adhésion de l'extrait huileux sur les feuilles de céréale (*Triticum durum*) on a ajouté de l'Agar à raison de 0,4 ml d'Agar par ml d'extrait huileux. Le témoin contient 4 ml d'Agar pour un litre d'eau. Les doses retenues pour les larves et les adultes sont consignées dans le tableau III.2

*** Extrait aqueux**

Nous avons suivi les mêmes étapes que celles utilisées pour l'extrait huileux jusqu'au broyage. A partir du broyat (poudre) nous avons préparé trois doses : 25, 50 et 80 g/ l d'eau distillée après 24 heures on filtre le liquide pour être testées sur les larves du stade 5 et les adultes d' *Ocneridia volxemi*. Il est à noter que pour les larves nous avons testé les 3 premières doses, pour les adultes nous avons testé l'efficacité de 2 dernières doses (50 g/l et 80 g/l). L'eau est utilisée comme témoin. Les doses retenues pour être testées sur les larves (L5) et les adultes sont consignées dans les tableaux III.2 et III.3

2.6.1.2. Extraits des substances des feuilles d'*Eucalyptus globulus*

Nous avons utilisé seulement les extraits aqueux foliaires de cette plante. Nous avons suivi les mêmes étapes que celles utilisées pour l'extrait aqueux des fruits de *Melia azedarach* jusqu'au broyage. A partir du broyat nous avons préparé également trois doses : 25, 50 et 80 g/l d'eau, après 24 heures on filtre le liquide. Les doses retenues sont données dans les tableaux III.2 et III.3. Les extraits de cette plante ont été testés seulement sur les larves du cinquième stade d' *Ocneridia volxemi*

2.6.1.3 Effets des extraits des deux végétaux sur *Ocneridia volxemi*

Il est à signaler qu'aucun travail de ce genre, n'a été effectué sur *O. volxemi*. Les extraits huileux et aqueux de ces deux plantes ont été testés pour évaluer leurs effets sur la mortalité et la consommation de cet insecte dans des conditions de laboratoire.

a. Sur les larves du cinquième stade (L5)

Les insectes ramenés directement du terrain sont mis à jeûner individuellement dans des cages d'élevage pendant 48 heures afin de vider leur contenu digestif. Nous avons traité 200 individus qui ont été récoltés dans différentes stations de la région qui ont été répartis en 12 lots de 25 individus chacun. Chaque lot a été traité avec l'extrait et la dose respectifs (Tab. III.2). Les relevés de consommation (estimation du taux des feuilles de céréales apprêtées) et de la mortalité sont effectués quotidiennement jusqu'à la mort totale de tous les individus traités.

b. Sur les adultes

Les insectes sont mis à jeûner individuellement dans des cages d'élevage pendant 48 heures afin de vider leur contenu digestif. Nous avons manipulé 125 individus adultes qui ont été ramenés des différentes stations d'étude. Les relevés de consommation et de la mortalité sont effectués quotidiennement jusqu'à la mort totale de tous les individus traités.

2.6.2. Par l'entomophthoral *Beauveria bassiana*

La souche utilisée de *B. bassiana* dans cette expérimentation est une souche originale qui a été isolée des adultes *Schistocerca gregaria* (Orthoptera: Acrididae) provenant de la région d'Adrar (Doumandji-Mitiche *et al.* 1997). L'adulte a été lavé avec de l'eau distillé, stérilisé ensuite avec de l'hydrochlorate de sodium (Naocl) à concentration 10 % durant cinq minutes, ensuite l'adulte a été mis sur un papier filtre stérile pour le sécher. L'insecte est découpé en huit petits morceaux à l'aide d'un scalpel stérile. Les morceaux ont été ensuite ensemencés à raison d'un morceau par boîte de pétri stérile renfermant 20 ml du milieu nutritif Sabourauds Dextrose Agar (SDA). Les conidies de *B. bassiana* ont été produites sur un substrat de riz. Le substrat est mis dans un autoclave à une température de 121 °C et une pression de 15 Kg/cm³ pendant 30 minutes. Le substrat est transféré dans des bocaux en plastiques (33 x 25 x 13 cm). Les cultures sont mis en incubation pendant 21 jours dans des conditions ambiantes (T°: 20–26 °C; Hr: 40–70%), ensuite sont laissées sécher à l'air libre pendant cinq jours. Après cette durée, les conidies sont mises dans un réfrigérateur (4–6 °C) jusqu'à leur utilisation. Les conidies ont été mises en suspension dans de l'huile végétale (huile d'olive) et ont été appliquées par pulvérisation sur *Ocneridia volxemi* à l'aide d'un vaporisateur manuel (50 ml).

Les concentrations retenues ont été calculées à l'aide d'un haemocytomètre. Les essais ont été réalisées tous les vingt quatre heures jusqu'à la mort total des individus. Les insectes sont maintenus dans des cages et sont alimentés chaque deux jours à base de feuille de salade. A chaque alimentation nous enregistrons la mortalité et les cadavres sont retirés de la cage et sont stockés dans une autre cage et mise dans un endroit froid pendant quatre à cinq jours, afin de diagnostiquer l'infection de *Beauveria* et ceci en observant l'aspect blanc, caractéristique de la muscardine qui se dépose sur le corps de l'insecte.

La DL₅₀ (dose létale permettant de tuer 50 % des individus de la population) est généralement employée pour évaluer l'infectiosité de *Beauveria* et est mesurée après 6 jours. La DL₅₀ à traiter pour l'isolat de *Beauveria bassiana* sur le cinquième stade larvaire d' *O. volxemi* calculé est de 10² conidies par ml. Cinq doses ont été retenues pour être testées sur 125 larves et 125 adultes. Deux répétitions ont été faites pour chaque lot de 25 individus. Les doses retenues sont données dans le tableau suivant:

Stades	Stade larvaire (L5)	Adultes
Concentrations		
C1	2×10^6 conidies/ml	2×10^6 conidies/ml
C2	5×10^5 conidies/ml	5×10^5 conidies/ml
C3	8×10^4 conidies/ml	8×10^4 conidies/ml
C4	10^2 conidies/ml	10^2 conidies/ml
Témoin	huile-eau	huile-eau

Tableau III.2: Concentrations des extraits de *Melia azedarach* et *Eucalyptus globulus* utilisées sur les larves L5 d' *Ocneridia volxemi*.

Plantes	<i>Melia azedarach</i> L.	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.
Extraits huileux		
C1	2 %	-
C2	1 %	-
C3	0,5%	-
Témoin	Eau+ Agar	-
Extraits aqueux		
Cw1	80 g/l	80 g/l
Cw2	50 g/l	50 g/l
Cw3	25 g/l	25 g/l
Témoin	Eau	Eau

Table III.3: Concentrations des extraits de *Melia azedarach* utilisées sur les adultes d' *Ocneridia volxemi*.

Plantes	<i>Melia azedarach</i> L.
Extraits huileux	
C1	2 %
C2	1 %
Témoin	Eau + Agar
Extraits aqueux	
Cw1	80 g/l
Cw2	50 g/l
Témoin	Eau

2.7. Méthodes d'analyses statistiques

Pour calculer la TL₅₀ (temps léthal permettant de tuer 50 % de l'effectif de la population traitée) dans l'utilisation des extraits des végétaux, des droites de régression ont été construites en dressant le taux de mortalité corrigé (donné en Probits) en fonction du temps de traitement (pris en logarithme). Les mortalités corrigées sont calculées en appliquant la formule d'Abott (1925):

$$MC = (NIM - NIMT) \times 100 / (NTI - NIMT)$$

Où: MC = % de mortalité corrigée, NIM : Nombre d'individus morts dans la population traitée, NIMT = Nombre d'individus morts dans la population témoin.

Pour comparer la significativité de nos résultats de consommation et de mortalité, nous avons utilisé le test ANOVA au seuil de 5 % en utilisant le logiciel Statistica Version 5.0 sous Windows.

CHAPITRE IV: RESULTATS

I. LE PEUPEMENT ORTHOPTÉRIQUE

1.1. Inventaire de la faune orthoptérique

1.1.1. Au niveau de la région

L'inventaire taxonomique des orthoptères de la région de Sétif, a permis de répertorier 36 espèces (Annexe IV.1.a). Sur ces 36 taxons, cinq espèces sont citées pour la première fois dans cette région, il s'agit de *Thmetis laevicollis*, *Ocneridia nigropunctata*, *Pyrgomorpha cognata*, *Acrotylus insibicus* et *Omocestus lucasi*. Ceci porterait le total des espèces de la faune orthoptère dans cette région à 46 espèces sur une superficie approximative de 6402 Km². Il est à remarquer que tous les biotopes de la région n'ont pas été exploités et qu'au cours de cet inventaire, nous avons noté la présence de deux orthoptères qui n'ont pas fait l'objet d'étude dans ce travail, il s'agit de *Gryllus campestris* (Gryllidae) et du Gryllotalpidae *Gryllotalpa gryllotalpa*.

Les orthoptères inventoriés se répartissent en deux sous-ordres, les Ensifères et les Caelifères. Les Ensifères sont représentés par 6 espèces (16,17 % du total inventorié) réparties en une famille, les Tettigoniidae et les Caelifères les plus importants sont représentés, avec 30 espèces (83,33 % du total inventorié) regroupées en quatre familles (Annexe IV.1.a). Le spectre zoologique de ce peuplement (Fig. IV.1) montre que la famille des Acrididae est la mieux représentée avec 20 espèces soit 55 % de la richesse totale du peuplement, viennent en suite les Pamphagidae (6 Pamphaginae et 2 Akacerinae), soit 22 % de la communauté. Les Tettigoniidae sont représentées par 6 espèces soit 17% du total des espèces recensées. Les Pyrgomorphidae (2 Pyrgomorphinae) sont faiblement représentés avec 6 %. En tenant compte seulement des prélèvements effectués durant la période printanière et estivale (320 relevés), les espèces les plus fréquentes et les plus abondantes sont, *O.volxemi*, *Dociostaurus maroccanus*, *Decticus albifrons*, *Calliptamus wattenwyllianus* et *Praehippiger pachygaster*. La remarque que l'on peut tirer, c'est que ces espèces sont bien adaptées aux différents milieux biotiques et abiotiques de la région de Sétif.

Les coefficients faunistiques notés pour les orthoptères recensés dans la région de Sétif figurent dans le tableau IV.1.

Tableau IV.1: Coefficients faunistiques des orthoptères récoltés dans la région de Sétif

Classe	Genres		Espèces		Familles		Rapport E/C (%)
	Nbre.	Cont. %	Nbre.	Cont%	Nbre.	Cont. %	
Caelifères (C)	17	80,95	30	83,33	3	91,38	23,52
Ensifères (E)	4	19,05	6	16,17	1	8,82	
Nbre Genres/Nbre Espèces (%)	58,33						
Nbre Familles/Nbre Espèces (%)			11,11				
Total	21	100	36	100	4	100	

Nbre : Nombre, Cont. : Contribution

1.1.2. Par Zone d'étude

Notant que le nombre de prélèvements est variable suivant les stations prospectées. Pour chaque zone nous avons établi un tableau regroupant les différentes espèces récoltées dans chaque zone. La richesse spécifique par zone durant la période d'étude est consignée dans la figure IV.2.

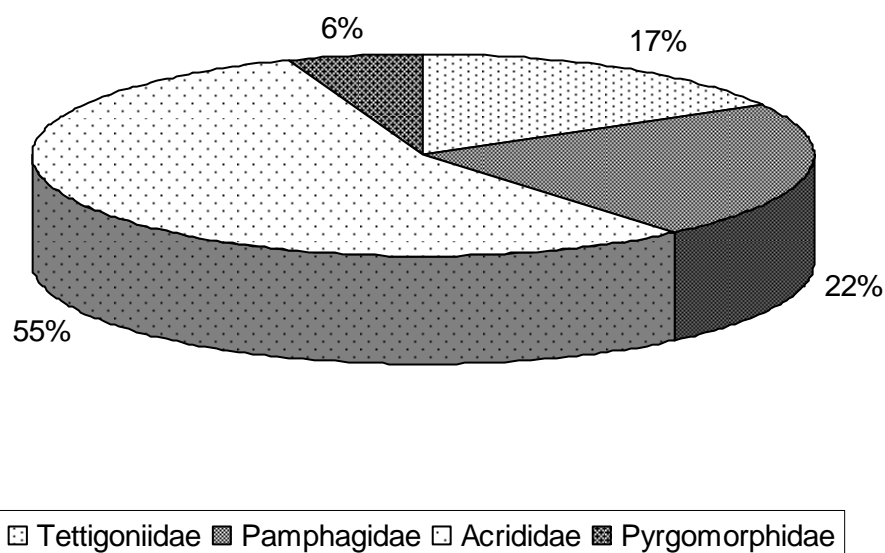


Figure IV.1 : Spectre zoologique de la composition biotique des orthoptères de la région de Sétif pendant la période d'étude.

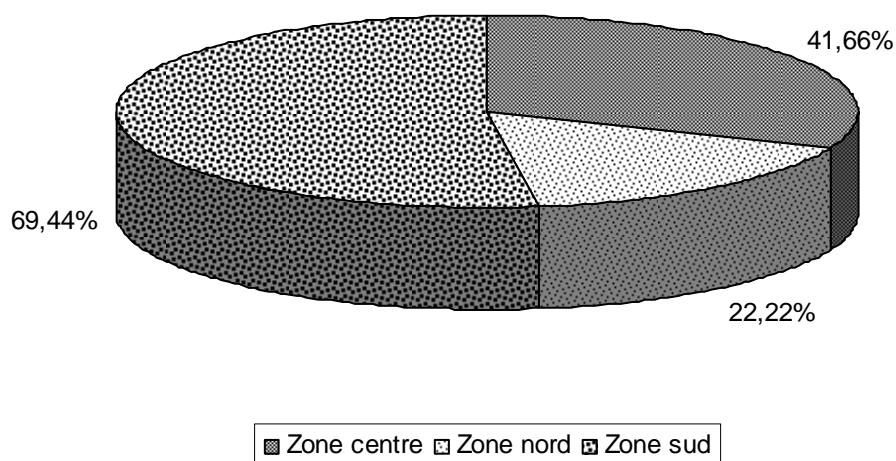


Figure IV.2 : Richesse spécifique par zone d'étude pendant la durée d'étude.

1.1.2.1. Les espèces d'orthoptères caractéristiques de la zone centrale

Cette zone est représentée par quatre stations intensives. La liste qualitative des espèces d'orthoptères récoltées au niveau de chaque station de cette zone d'étude, est consignée en Annexe IV.1.b. Dans cette zone nous avons inventorié 15 espèces, ce qui représente 41,66% du total des espèces inventoriées. La richesse spécifique inter-stationnelle est presque identique, compte tenu du degré de ressemblance entre ces stations. La légère différence réside dans la nature de la station. Il est à signaler que la majorité des espèces récoltées au niveau de cette zone ont été également signalées dans la majorité des stations de la zone sud. En effet au regard des caractéristiques climatiques et édaphiques, la zone centrale se rapproche beaucoup plus de la zone sud.

1.1.2.2. Les espèces d'orthoptères caractéristiques de la zone nord

Trois stations intensives seulement ont été retenues pour représenter cette zone dans cette étude. Les espèces inventoriées sont rapportées en annexe IV.1.c. Nous constatons que cette zone est caractérisée par une certaine pauvreté du peuplement orthoptérique. Nous avons recensé seulement 8 espèces soit, 22,22 % du total des espèces récoltées. Les conditions climatiques (températures basses, neige...) y ont beaucoup contribué.

1.1.2.3. Les espèces d'orthoptères caractéristiques de la zone sud

Il est à signaler que cette zone est représentée par cinq stations intensives. Elle présente le plus d'intérêt dans le cadre de cette étude car, les pullulations des orthoptères y surviennent souvent. Nous avons inventorié 25 espèces soit 69,44 % du total des espèces

récoltées (Annexe IV.1.d). Les caractéristiques environnementales y ont beaucoup participées. Entre les stations, les facteurs structure de la végétation et l'humidité du sol ont été surtout les facteurs influents sur la présence et l'importance de telle ou telle espèce. Elle regroupe surtout les éléments thermophiles, voir même xérophiles (*Calliptamus*, *Oedipoda*, *Dociostaurus* ...)

1.2. Fréquence des espèces et importance économique

L'espèce la plus fréquente est *Ocneridia volxemi*, présente dans 75,58 % des relevés, précédant *Dociostaurus maroccanus*, avec 70,58 %. Les fréquences centésimales des espèces sont reportées dans l'annexe IV.2 et dans la figure IV.3. La fréquence des 36 espèces d'orthoptères de la région de Sétif est très variable et montre des situations bien distinctes. Nous distinguons les espèces dont la fréquence est comprise entre 80 et 50% (Groupe I) sont au nombre de 10. La plupart des espèces de cette classe présente un cycle de vie qui se concentre entre la période printanière et estivale. Les plus fréquentes d'entre elles sont : *Ocneridia volxemi* (75,58%), *Dociostaurus maroccanus* (70,58%), *Calliptamus wattenwyllianus* (66,13 %) et *Decticus albifrons* (68,16 %). Sept espèces ont une fréquence comprise entre 20 et 50 % (Groupe II). Le groupe III dont la fréquence est inférieure à 20 %, renferme le plus grand nombre d'espèce (19) soit 52,78 % de l'effectif spécifique total.

En tenant compte de l'abondance et la fréquence de chaque espèce, nous avons dégagé 10 espèces importantes. Elles sont réparties en deux groupes. Le premier renferme les espèces très abondantes et fréquentes : *O. volxemi*, *D. maroccanus*, *P. Pachygaster*, *C.wattenwyllianus* et *D .albifrons*. Les trois premières espèces sont considérées comme les plus nuisibles, lorsque elles pullulent (rapport de l'INPV de Sétif). Le deuxième groupe se compose lui aussi de cinq espèces moyennement abondantes. Les plus fréquentes sont *P. laticauda* et *T. laevisculis*

1.3. Aspects biologiques des orthoptères de la région d'étude

1.3.1. Spectres biologiques des orthoptères de la région de Sétif.

En tenant compte du mode de diapause et du nombre de génération, nous avons réparties les espèces récoltées en quatre groupes, (Tab.IV.2). 33 espèces présentent une génération par an, dont 23 sont à hibernation embryonnaire, 4 à hibernation larvaire et 6 à hibernation imaginale. A côté de ces espèces nous avons noté trois espèces à deux générations par année et à hibernation larvaire.

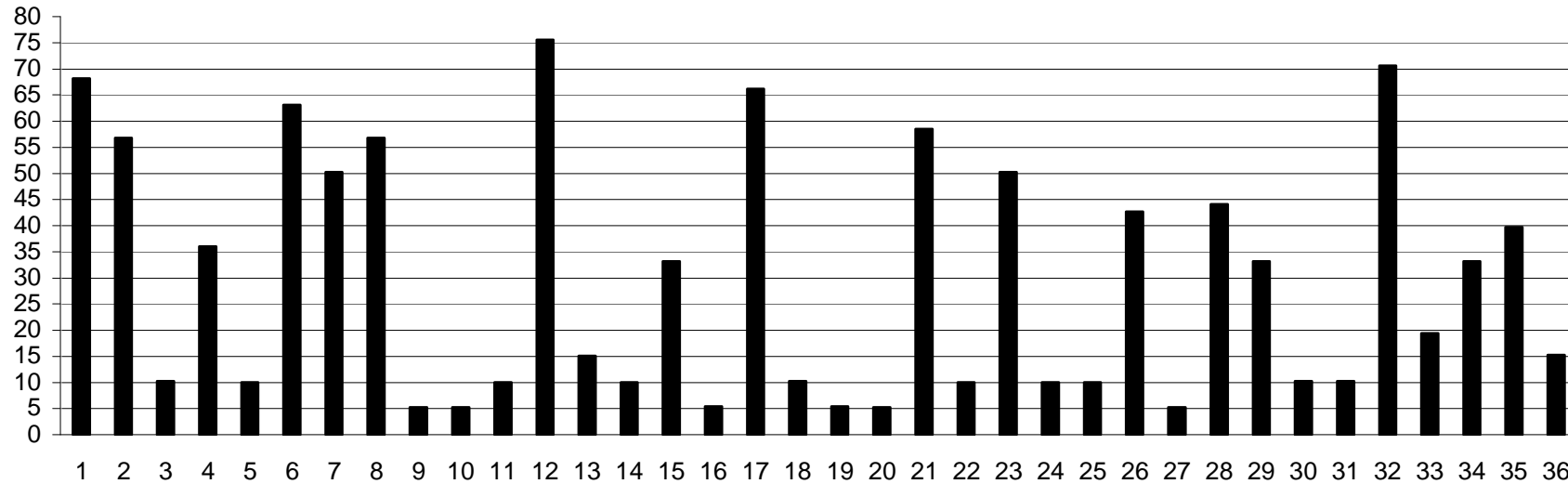


Figure IV.3 : Fréquence centésimale des 36 espèces recensées dans les 325 relevés dans la région de Sétif.

- | | | | |
|---|---|--|--|
| 1: <i>Decticus albifrons</i> | 10: <i>Pamphagus elephas</i> | 19: <i>Anacridium aegyptium</i> | 28: <i>Oedipoda miniata</i> |
| 2: <i>Platycleis laticauda</i> | 11: <i>Pamphagus marmoratus</i> | 20: <i>Truxalis nasuta</i> | 29: <i>Oedipoda fuscocineta</i> |
| 3: <i>Platycleis tessellata</i> | 12: <i>Ocneridia volxemi</i> | 21: <i>Pezotetix giornai</i> | 30: <i>Oedipoda coerulescens</i> |
| 4: <i>Odentura algeriana</i> | 13: <i>Ocneridia microptera</i> | 22: <i>Thalmopena algeriana</i> | 31: <i>Sphingonotus coerulans</i> |
| 5: <i>Odentura maroccana</i> | 14: <i>Ocneridia nigropunctata</i> | 23: <i>Acrotylus patruelis</i> | 32: <i>Dociostaurus maroccanus</i> |
| 6: <i>Praephippiger pacygaster</i> | 15: <i>Pyrgomorpha conica</i> | 24: <i>Acrotylus longipes</i> | 33: <i>Dociostaurus jagoi jagoi</i> |
| 7: <i>Tmethis cisti</i> | 16: <i>Pyrgomorpha cognata</i> | 25: <i>Acrotylus insubricus</i> | 34: <i>Omocestus ventralis</i> |
| 8: <i>Tmethis laevisculis</i> | 17: <i>Calliptamus wattenwyllianus</i> | 26: <i>Aiolopus strepens</i> | 35: <i>Omocestus raymondi</i> |
| 9: <i>Acinipe tibialis</i> | 18: <i>Calliptamus barbarus</i> | 27: <i>Oedaleus decorus</i> | 36: <i>Omocestus lucasi</i> |

Premier groupe

Il est représenté par 23 espèces à une seule génération par an. Ces orthoptères passent la mauvaise saison (la saison hivernale) à l'état œuf. Ils se caractérisent soit par un développement embryonnaire lent, soit un arrêt à l'état embryonnaire. La rupture de cet arrêt de ce développement serait liée à de nombreux facteurs, notamment climatiques (élévation de la température et l'humidité du sol), ce qui explique sans doute l'apparition de la plupart des espèces à l'état larvaire après la saison pluvieuse. D'une manière générale les éclosions chez les orthoptères de ce groupe s'échelonnent entre le mois de mars et avril. Certaines éclosions plus précoces ont lieu dès le mois de février et peuvent se produire même parfois très tôt. Ce phénomène a été observé chez *O. volxemi*, *O. microptera*, *T. cisti* et *O. algeriana*. Dans d'autres cas et particulièrement chez les genres *Oedipoda*, *Calliptamus* et *Oedalus*, les éclosions sont plus tardives, elles s'effectuent généralement au mois d'avril et début mai. Le développement larvaire a lieu durant les mois de mars, avril, mai et juin. Les adultes immatures apparaissent en mai et juin et restent parfois jusqu'au mois d'octobre. A l'exception des espèces précoces, l'accouplement s'effectue au cours de la saison estivale (juin-août). La ponte commence à partir de juillet et s'étale pour certaines espèces tardives jusqu'au mois d'octobre. Les conditions climatiques difficiles (hiver froid et été chaud) qui règnent dans la région de Sétif expliquent ce nombre important (63,89%) des orthoptères ayant ce type de cycle biologique.

Deuxième groupe

Il est représenté par quatre espèces. Elles possèdent une seule génération par an. Ces orthoptères semblent présenter soit un arrêt de développement à l'état larvaire soit un développement larvaire assez long durant la mauvaise saison. Elles se trouvent à l'état larvaire depuis parfois le mois d'août jusqu'aux mois d'avril et mai où les premiers ailés commencent à apparaître (cas de *P. conica*). L'accouplement et la ponte s'opèrent chez la plupart de ces espèces entre les mois de mai et juillet. Les larves apparaissent en août et septembre et resteront présentes jusqu'au printemps prochain.

Troisième groupe

Ces espèces possèdent une seule génération par an. Elles semblent avoir une diapause imaginale. Nous pouvons noter que ces orthoptères possèdent soit un développement imaginal lent, soit un arrêt de développement des appareils génitaux et que la maturation sexuelle n'est achevée qu'en début du printemps. Les premiers adultes

immatures ont été capturés durant la période automno-hivernale et le début du printemps. Les femelles en vitellogenèse ont été capturées aux mois de mars et avril (*A. aegyptium*, *T. algeriana* et *A. patruelis*). L'accouplement a lieu probablement dès la fin de l'hiver. Le développement larvaire chez les espèces de ce groupe s'effectue au cours de la saison estivale. Pour *P. giornai* qui effectue son développement larvaire en été, s'accouple en automne et en hiver; les femelles en vitellogenèse sont capturées durant les mois pluvieux. La ponte est dans ce cas tardive et débute au mois d'avril. Il ressort de ces constatations que cette espèce présenterait une diapause imaginale durant la période estivale.

Quatrième groupe

Il s'agit d'espèces à deux générations par an (*O. ventralis*, *O. raymondi* et *O. lucasi*). Elles passent la saison hivernale à l'état de larves et s'accouplent en mai et juin pour donner naissance à une première génération estivale de faible densité. Les adultes de cette génération ne présentent pas de diapause et sont observés en septembre, octobre et novembre. Ils s'accouplent pour donner naissance à une deuxième génération qui passera l'hiver et le début du printemps à l'état de larves.

Nous avons constaté au cours de nos différentes prospections sur le terrain, que des différences souvent assez nettes, existent au niveau des cycles biologiques entre les différentes espèces d'une station à l'autre et d'une année à l'autre. Les conditions éco-climatiques telles que les températures, la pluviométrie, l'humidité du sol, la végétation (densité et diversité) et le degré d'anthropisation (pâturage) interviennent nettement dans la variations des cycles biologiques entre autre, les dates d'éclosions, la durée de développement embryonnaire et larvaire, la durée de la vie épigée qui peuvent varier chez la même espèce d'une station à l'autre et d'une année à l'autre. Il faut noter que les lieux incultes, bien ensoleillés à végétation peu dense, à sols légers, secs, à pluviométrie inférieure à 300 mm par an et à températures élevées, constituent les milieux les plus préférés par les orthoptères thermorésistants, les xérophiles et les méso-xérophiles. Il a été constaté dans ces milieux que le plus souvent les éclosions sont précoces, le développement larvaire est rapide et les adultes apparaissent et s'accouplent très tôt. La durée de la vie épigée est courte. Ce phénomène concernent la plupart des orthoptères de la région de Sétif et en particulier, les espèces du genre *Thmetis*, *D.maroccanus*, *C. wattenwyllianus*, *O. miniata*, *O. fuscocinta*, *P.laticauda*, *D. albifrons*, *O. volxemi*, *O. microptera*....

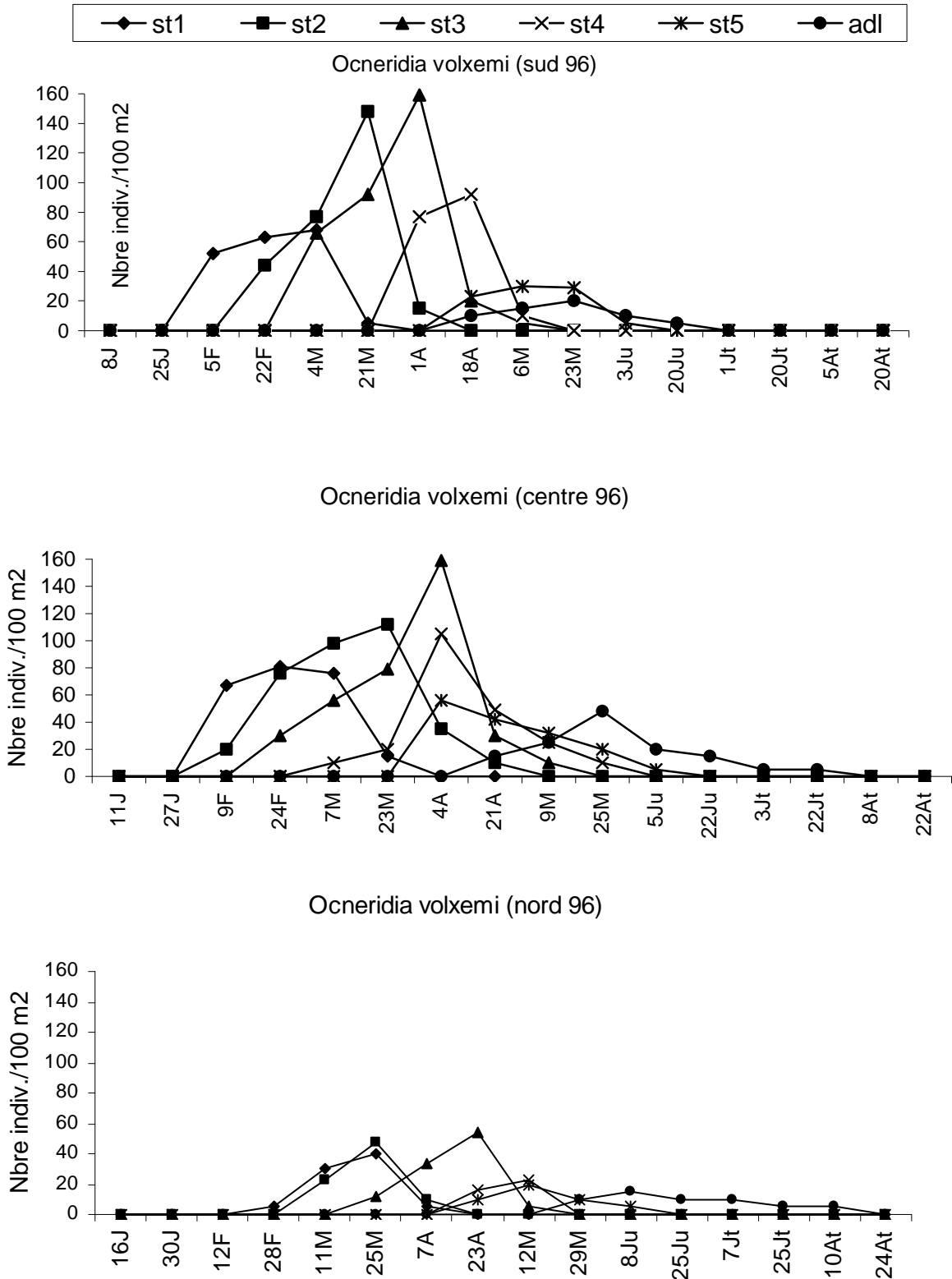
Tableau IV.2 : Diversité des cycles de vie des orthoptères de la région de Sétif.

Espèces	Type de cycle	Pourcentage
<i>O. nigropunctata</i> ; <i>O.volxemi</i> ; <i>O.microptera</i> ; <i>C. barbarus</i> ; <i>D. albifrons</i> ; <i>C.wattenwyllianus</i> ; <i>P. tessellata</i> ; <i>P. laticauda</i> ; <i>O. algerica</i> ; <i>P. pachygaster</i> ; <i>T. cisti</i> ; <i>T. laevisculus</i> ; <i>D. maroccanus</i> ; <i>D. jagoi jagoi</i> ; <i>S. coerulans</i> ; <i>T. nasuta</i> ; <i>O. decorus</i> ; <i>A. tibialis</i> ; <i>O. miniata</i> ; <i>O. fuscocineta</i> ; <i>O. coerulescens</i> ; <i>A.strepens</i> ; <i>O. maroccana</i>	Groupe 1 Diapause embryonnaire avec une génération par an	63,89 %
<i>P. conica</i> ; <i>P.cognata</i> ; <i>P.elephas</i> ; <i>P. marmoratus</i>	Groupe 2 Diapause larvaire à une génération par an	11,11 %
<i>A. aegyptium</i> ; <i>P. giornai</i> ; <i>T. algeriana</i> ; <i>A. longipes</i> ; <i>A. patrielis</i> ; <i>A. insubricus</i>	Groupe 3 Diapause imaginale avec une génération par an	16,67 %
<i>O.ventralis</i> ; <i>O.raymondi</i> ; <i>O. lucasi</i>	Groupe 4 Diapause larvaire avec deux générations par an	08,33 %

1.3.2. Analyse des cycles biologiques des espèces problématiques

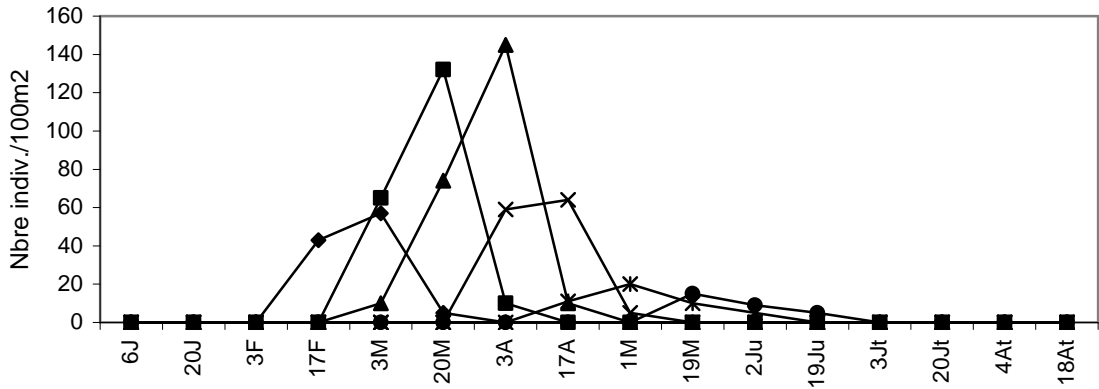
Afin d'avoir une idée plus proche sur les cycles biologiques de certaines espèces récoltés, nous avons juger utile de concentrer cette étude sur les espèces les plus fréquentes et les plus abondantes dans la région d'étude. L'étude des cycles de vie s'est limitée à quatre espèces considérées comme potentiellement nuisibles aux cultures dans la région de Sétif. Ces espèces sont *O. volxemi*, *D.maroccanus*, *C. wattenwyllianus* et *P. pachygaster*. Ces espèces sont considérées comme de redoutables ravageurs des cultures dans la région des hautes plaines sétifiennes. De ce fait ces orthoptères sont sujets à d'éventuels avertissements agricoles des services agricoles concernés. Le cycle de vie de la première espèce a été suivi sur trois années successives de 1995 à 1997, quand aux trois autres

espèces leur cycle a été étudié seulement sur deux années successives de 1996 à 1997. Nous remarquons que la majorité du cycle de vie de ces espèces se concentre durant la période printano-estivale avec de légères variations annuelles. Les graphiques des cycles de vie sont représentés sur la figure IV.4.

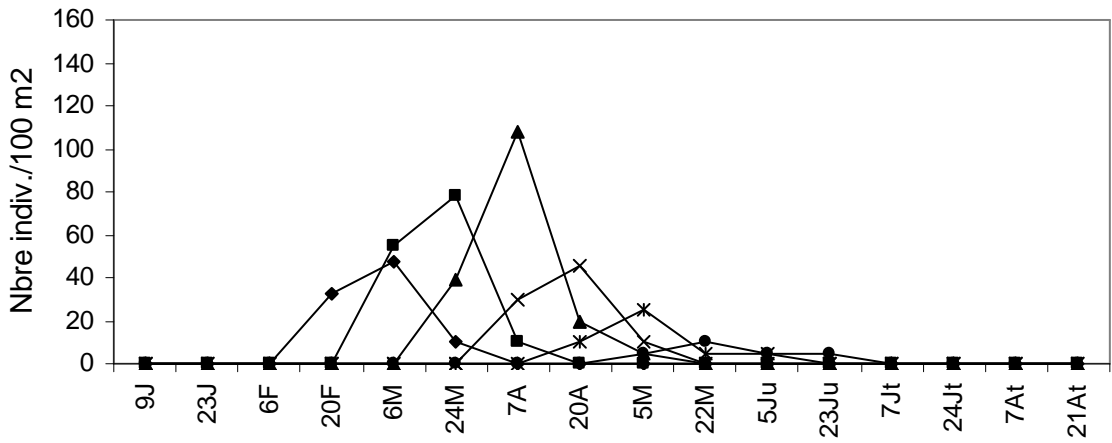




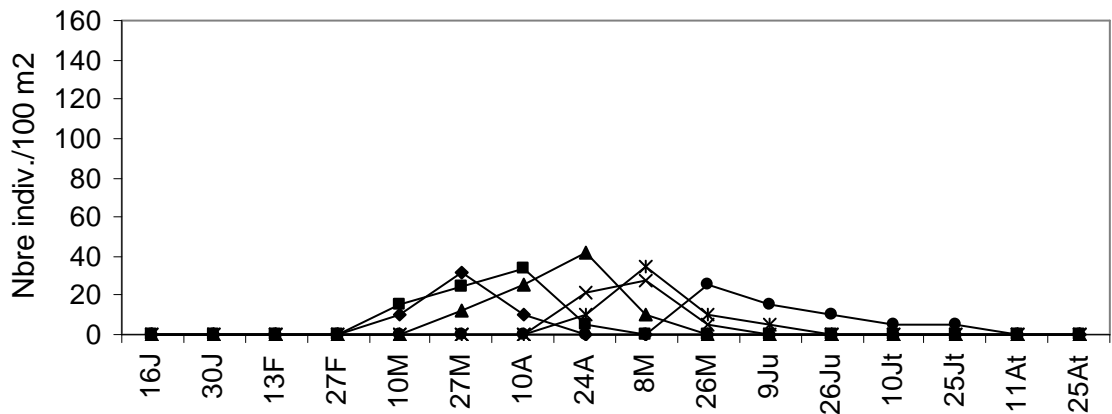
Ocneridia volxemi (sud 97)

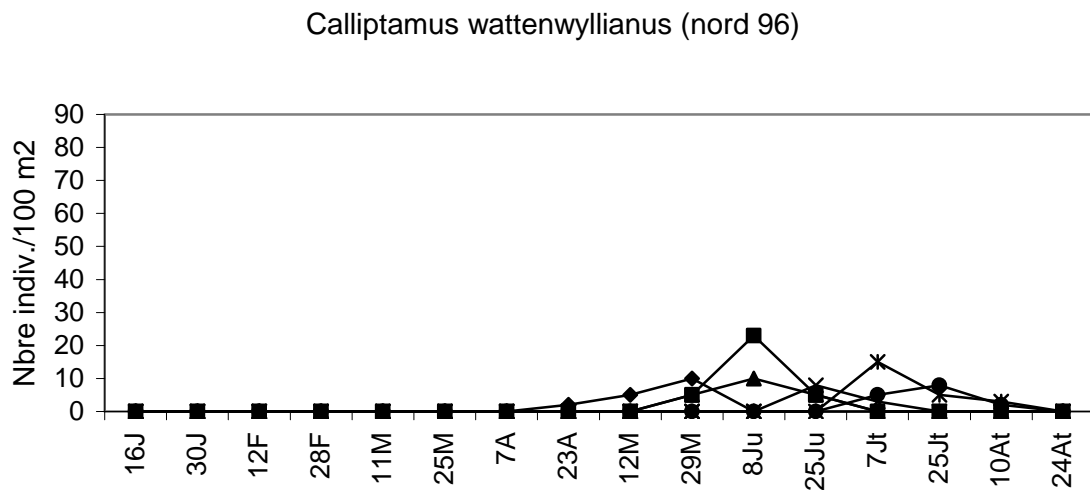
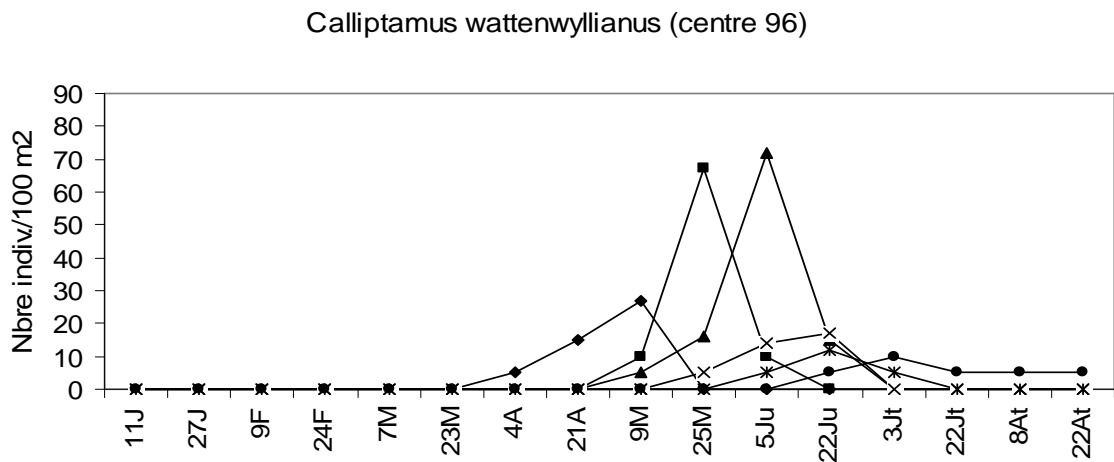
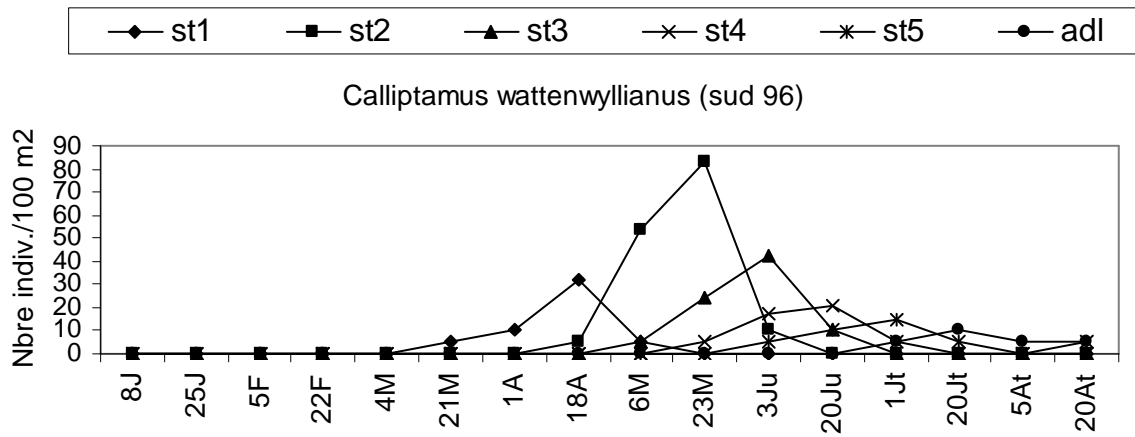


Ocneridia volxemi (centre 97)



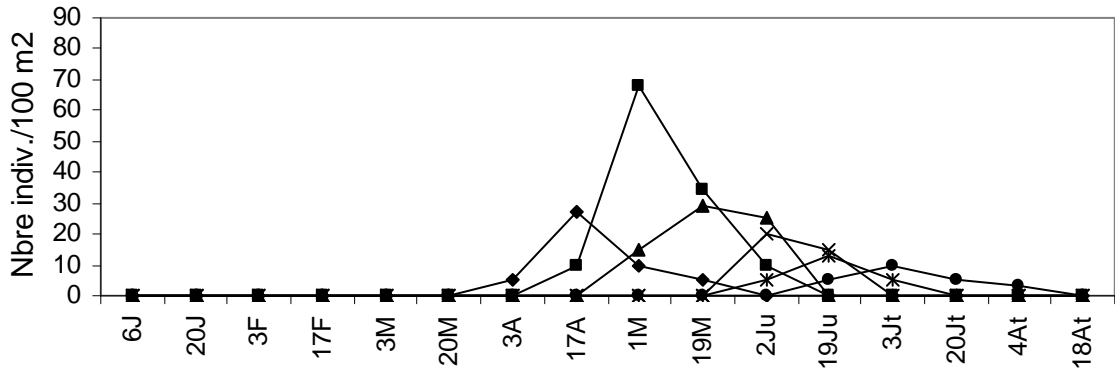
Ocneridia volxemi (nord 97)



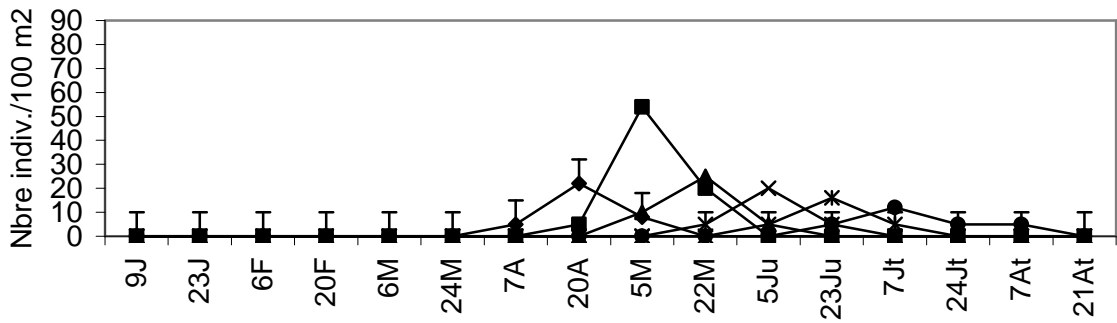




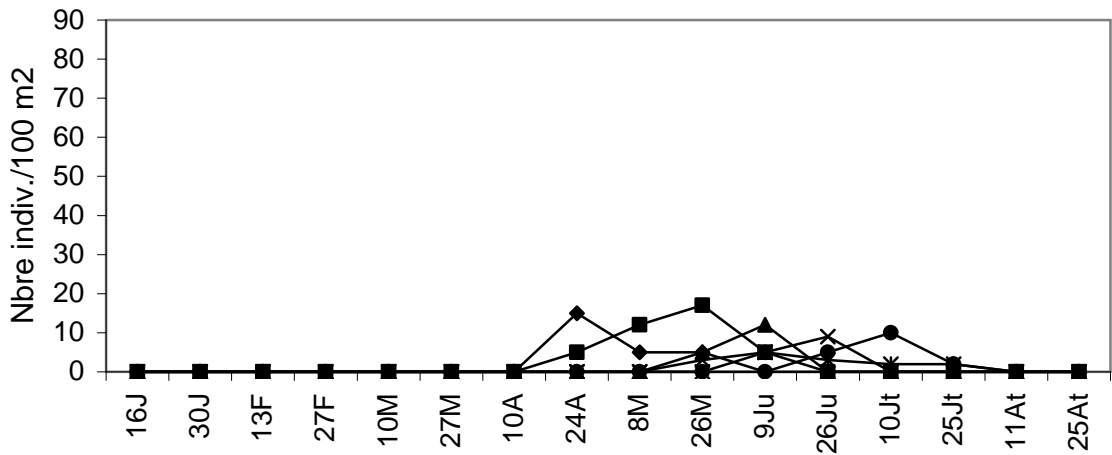
Calliptamus wattenwyllianus (sud 97)

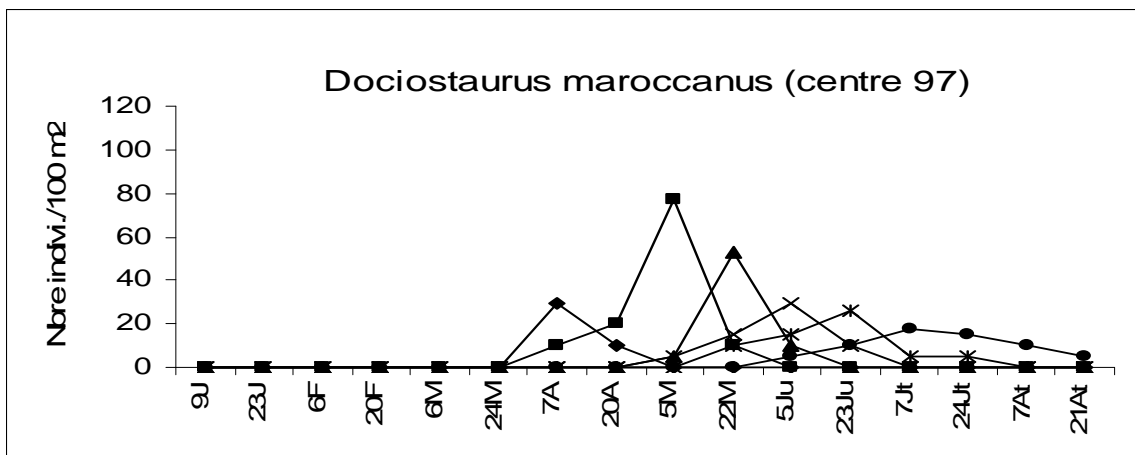
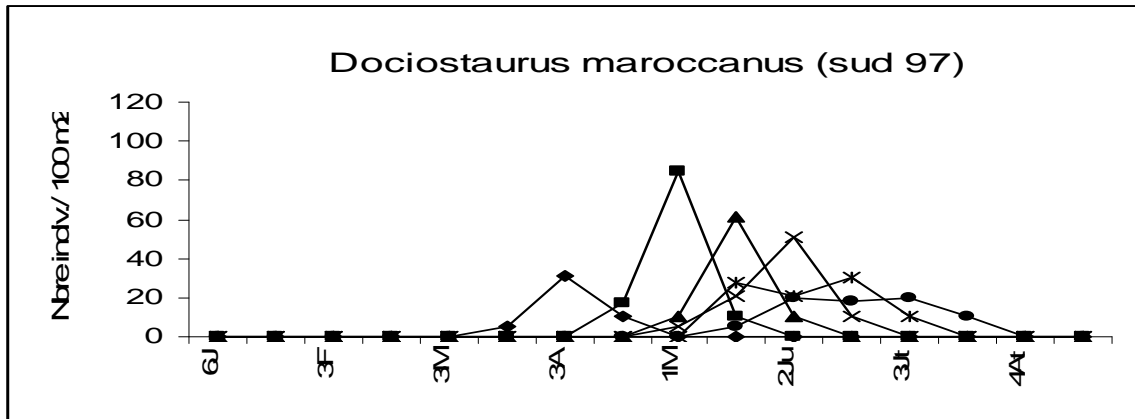
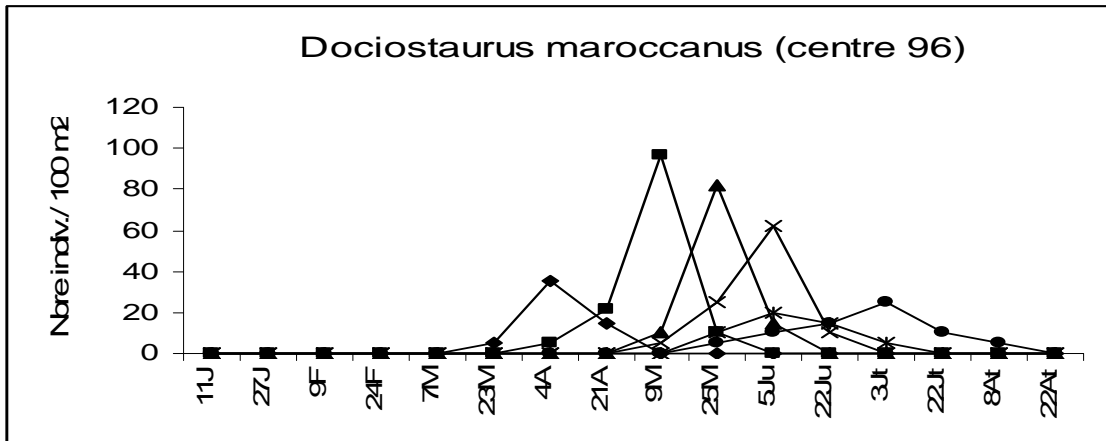
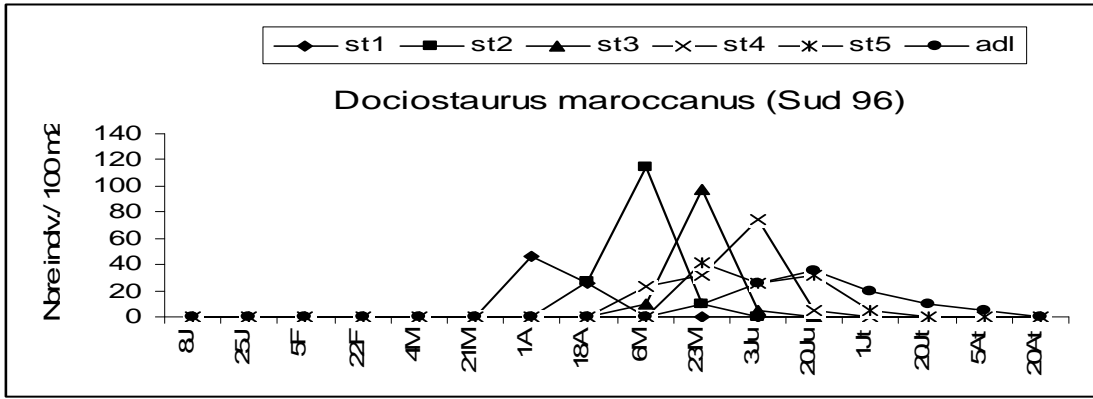


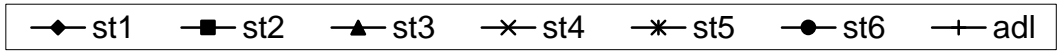
Calliptamus wattenwyllianus (centre 97)



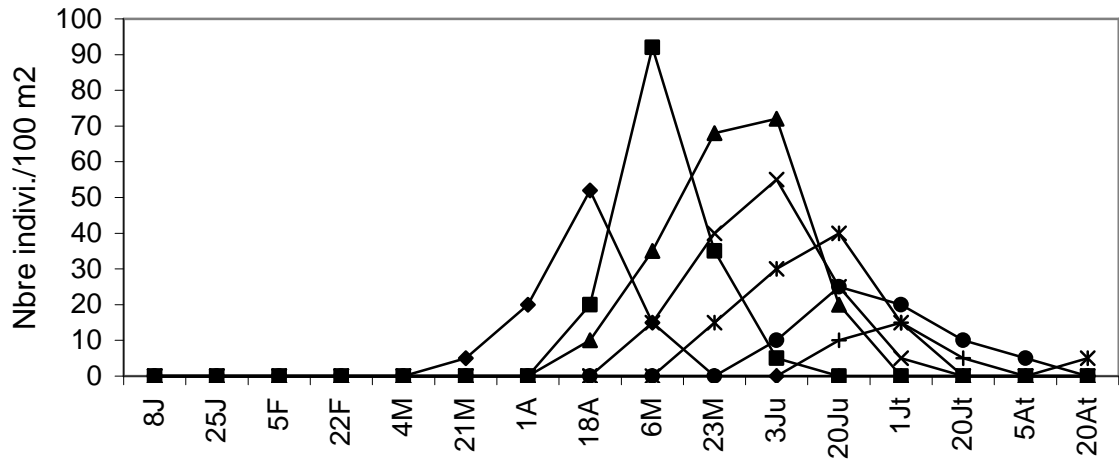
Calliptamus wattenwyllianus (nord 97)



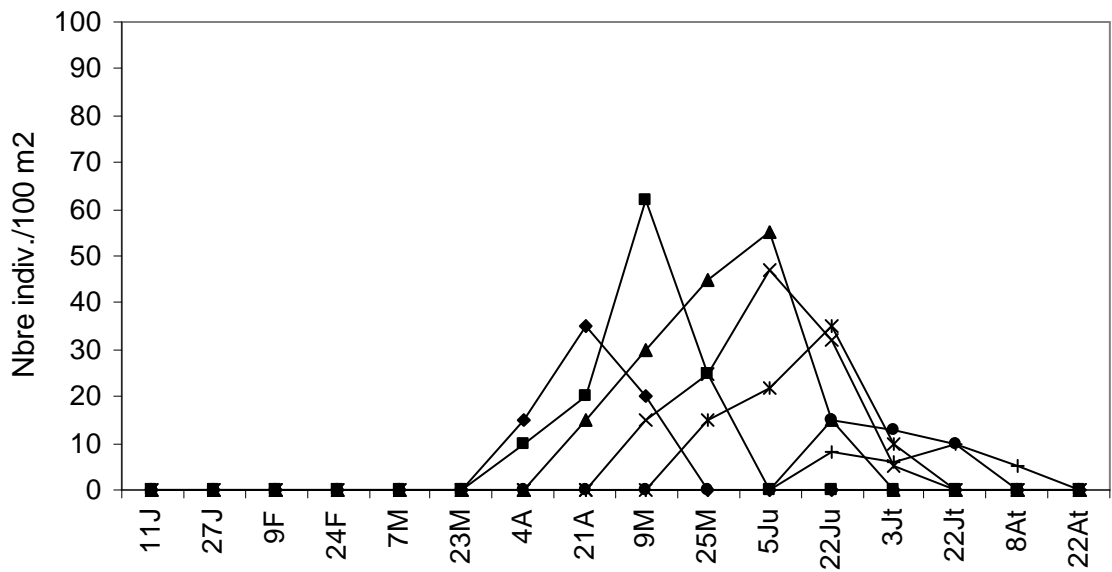




Praehippiger a pachygaster (sud 96)



Praehippiger a pachygaster (centre 96)



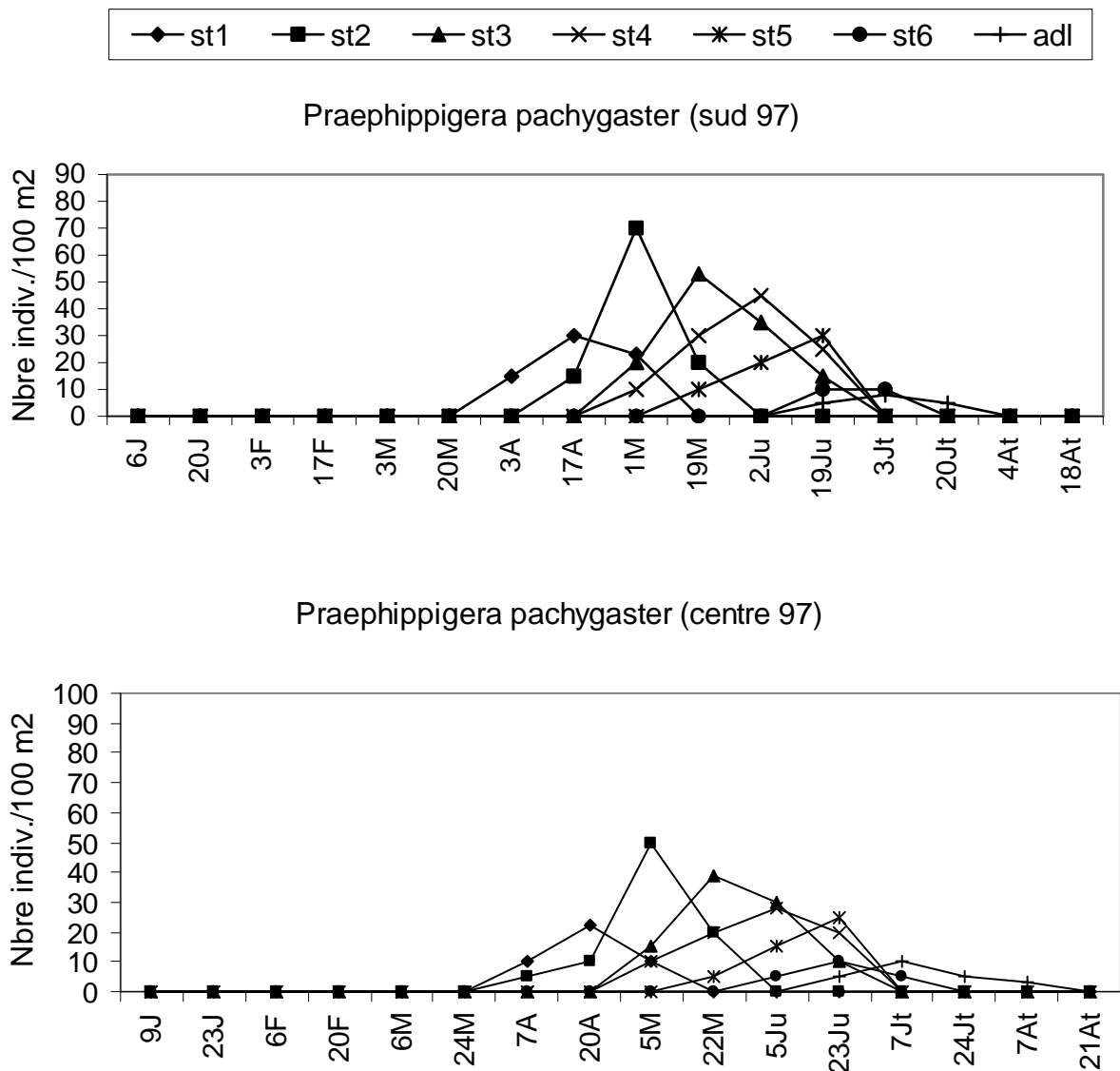


Figure IV.4: Phénologie des principales espèces d'orthoptères dans la région de Sétif durant les années 1996 et 1997.

1.4. Analyse autoécologique des orthoptères de la région d'étude

Pour une analyse écologique fiable, nous avons retenu seulement les relevés à richesse spécifique importante effectuée durant la période printanière et estivale (320 relevés). La matrice des données est analysée par l' AFC puis à par la CHA.

1.4.1. Par l'A.F.C

Les pourcentages d'inertie obtenus par les premiers axes sont assez contrastées: 23,80 pour le premier, 12,53 pour le deuxième, 8,61 pour le troisième et 7,43 pour le quatrième (Annexe IV.3). Nous assistons à une décroissance relative des pourcentages d'inertie. Par nature de construction, il y a toujours décroissance et il a été démontré que

l'importance du ou des premiers axes dépend de leur nombre total, c'est-à-dire des dimensions du tableau des données. Les résultats obtenus sur les quatre premiers axes, pour toutes les modalités et pour toutes les espèces sont représentés dans les figures IV.5, IV.6, IV.7 et IV.8. L'examen de ces graphiques permet d'identifier ces facteurs, mais aussi de caractériser, par rapport à l'origine déterminée par le croisement des axes, la nature de la contribution de chaque modalité relevée sur le terrain.

L'axe F1

L'axe F1 développe 23,80 % de l'inertie totale. Il met en opposition des biotopes les moins arrosés (xérotrophes), situés surtout dans la zone sud de la région de Sétif et les milieux les plus arrosés (hygrotrophes), représentant les localités de la zone nord de la région d'étude (Fig. IV.5). On pourrait voir dans cet axe un gradient croissant de xérité. Il y a deux gradients nets. Le premier est représenté par l'influence de la pluviométrie. Les faibles valeurs se situent sur le côté négatif de l'axe 1 et les fortes valeurs se situent sur le côté positif de l'axe 1. Le second gradient représenté par l'humidité apparente des stations. L'hygrométrie la plus importante a une coordonnée négative et à mesure que les lieux de prospection deviennent arides, les valeurs des coordonnées deviennent de plus en plus positives. En allant du côté positif vers le côté négatif de l'axe, d'autres variables écologiques interviennent également dans la distribution de nos espèces et par ordre d'influence nous avons : la température, l'exposition, la présence ou l'absence des cailloux et l'anthropisation. Nous pouvons dire que sur le côté positif de l'axe 1, nous retrouvons les variables écologiques qui représentent surtout les caractéristiques des localités de la zone sud de la région de Sétif et que du côté négatif de l'axe c'est surtout les biotopes caractérisant les stations de la zone septentrionale.

Cet axe ordonne apparemment les espèces selon un gradient hygrométrique et thermique. Il oppose les espèces mésohygrophiles et hygrophiles et plus ou moins thermophobes, liées à des biotopes à végétation fournie et bien développée et les espèces mésoxérophile et xérophiles et plus ou moins thermophiles, liées à une végétation moins fournie (plus ou moins rase) et moins développée, à des sols secs et des milieux la plus part du temps anthropisée. En effet, en allant du côté positif vers le côté négatif de l'axe 1 (du biotope xérotrophe vers l'hygrotrophe, nous pouvons dégager trois groupes d'espèces (Fig.IV.6) qui ont une contribution supérieure à la moyenne et participent à plus de 80 % à la détermination de cet axe.

Le premier groupe est constitué essentiellement de 23 espèces et sont disposées du côté négatif de l'axe F1. Nous citerons: *Oedalus decorus*, *Sphynonotus coeruleans*, *Dociostaurus jagoi jagoi*, *Dociostaurus maroccanus*, *Decticus albifrons*, *Platycleis*

tesselata, *Platycleis laticauda*, *Calliptamus barbarus* les espèces du genre *Thmetis*, et du genre *Ocneridia*. Il s'agit donc d'espèces à tendance xérophile et thermophile.

Le deuxième groupe est constitué par les espèces, *Thalmopena algeriana*, les espèces du genre *Omocestus*, *Oedipoda miniata*, *Odentura marocana*, *Calliptamus wattenwyllianus*, *Anacridium aegyptium*, *Acinipe tibialis*, On les retrouve dans les localités de la zone centrale et légèrement au nord le cas de *P.cognata* et *A. tibialis* ou au sud (le reste des espèces). Nous suggérons qu'il s'agit d'espèces mésoxérophiles et mésothermophiles. Les espèces comme *Praehippegera pachygaster*, *Ocneridia volxemi* et *Dociostaurus maroccanus* ont été également capturées dans quelques stations de la zone centrale mais en faible nombre, nous suggérons que ce sont des espèces plus thermo résistantes. D'après leur répartition (abondance et fréquence) dans la région de Sétif, elles se sont montrées comme des espèces à tendance xérophiles et thermophiles.

Un troisième groupe, les espèces qui composent ce groupe s'opposent aux espèces du premier groupe en coordonnées positives. Ce groupe est situé sur le côté positif de l'axe 1. Les espèces qui représentent ces milieux sont surtout par ordre d'importance : *Pamphagus elephas*, *Pamphagus marmoratus*, *Aiolopus strepens*, *Odentura algeriana* et un degré moindre *Pyrgomorpha cognata*. Il s'agit donc d'un groupe d'espèces mésohygro à hygrophiles et plus en moins thermophobes.

L'axe F2

Cet axe emporte 12,53 % des informations du nuage. 8 espèces ont une contribution supérieure à la moyenne et contribuent pour 80,1 % à sa détermination. Des espèces comme *O. ventralis*, *T. algeriana*, *C. wattenwyllianus*, *P. cognata*, ont des coordonnées positives et s'opposent à 10 autres taxons à coordonnées négatives dont *T.laevicollis*, *P. laticauda*, *T. nasuta* . Cet axe ordonne apparemment les espèces selon un gradient nature de la station, puisque cette variable a la plus forte contribution. Cet axe, montre bien la répartition des espèces selon la nature de la station (friche, jachère, champs de céréale, et prairie) (Fig. IV.5 et Fig.IV.6). Notons que les fréquences et les abondances les plus élevées ont été observées dans les stations à nature friche et jachère.

L'axe F3

Ce troisième axe absorbe 8,61 % de l'inertie du nuage. La variable qui a la plus forte contribution est le degré de recouvrement de la végétation (Fig. IV.7). Sept espèces ont une contribution supérieure à la moyenne et contribuent pour 72,1 % à sa détermination.

L'axe F4

Cet axe déploie 7,41 % de l'inertie totale. La variable qui a la plus forte contribution est la hauteur de la strate herbacée. Celle-ci, pourrait constituer un obstacle dans le déplacement de certaines espèces notamment les géophiles comme *Ocneridia volxemi*, *Calliptamus barbarus* ou *Oedipoda caerulescens*, un facteur bénéfique pour certaines espèces ombrophiles ou encore comme moyen de perchage que certaines femelles utilisent au cours de la période d'accouplement. Huit espèces participent à plus de 60 % dans la formation de cet axe (Fig. IV.8).

1.4.2. Par Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

Le dendrogramme de la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), élaboré à partir des quatre premiers axes de l'AFC (valeurs propres cumulées à quatre facteurs sont supérieures à 52 %) est représenté par la figure IV.9 : Il expose les regroupements des espèces. L'analyse des niveaux d'intégration montre que l'on peut retenir:

La première coupure sépare cinq espèces mésohygrophiles à hygrophiles qui peuvent être divisées en deux groupes. La dichotomie semble ici avant tout écologique et probablement structurelle, avec d'un côté les espèces très liées aux prairies humides et thermophobes (*Pamphagus elephas* et *Pamphagus marmoratus*) et de l'autre des espèces aux stations peu humide et plus ou moins thermophiles (*A. strepens*, *T. nasuta*, *P. cognata*).

La deuxième coupure sépare trois ensembles. Le premier rassemble des espèces plutôt xéro-mésothermophiles à xérothermophiles au nombre de cinq : *Acrotylus insibricus*, *Thalmopena algeriana*, *Calliptamus wattenwyllianus*, *Acinipe tibialis* et *Odentura algeriana* et le deuxième composés de 23 espèces éminemment xérothermophiles, il s'agit surtout de : *Dociostaurus jagoi jagoi*, *Dociostaurus maroccanus*, *Calliptamus barbarus*, les espèces du genre *Thmetis* et *Ocneridia*.

Le troisième ensemble est constitué de trois espèces : *Decticus albifrons*, *Platycleis tessellata*, *Platycleis laticauda*. Ce sont des espèces thermophiles et confinées surtout à une végétation rase.

La CAH a permis également de dégager des groupements d'espèces qui pourraient partager les mêmes affinités écologiques c'est le cas des couples d'espèces d'orthoptères comme, *Acrotylus patruelis*-*Acrotylus longipes*; *Platycleis tessellata*-*Platycleis laticauda*; *Oedalus decorus*- *Tmethis cisti*; *Dociostaurus jagoi jagoi*-*Dociostaurus maroccanus*; *Omocestus raymondi*-*Omocestus lucasi*; *Pamphagus elephas* et *Pamphagus marmoratus*.

Cependant, les représentations graphiques de l'AFC conservent une certaine part d'incertitude, et il n'est souvent pas possible de donner une interprétation rigoureuse et complète des différents facteurs. En fait, ces facteurs sont certainement la corrélation de plusieurs variables, dont certaines restent très difficiles à définir avec exactitude. Dans notre cas nous avons pu définir à peu près les trois premiers facteurs qui regroupent 44,94 % de l'information totale. La distribution des 36 espèces contactées dans la région d'étude est régit principalement par les facteurs climatiques (précipitation et température) par l'humidité du sol et par la nature de la station et enfin par la structure de la végétation. Ce sont souvent ces facteurs biotiques et abiotiques qui interviennent dans structuration et la dynamique des populations animales.

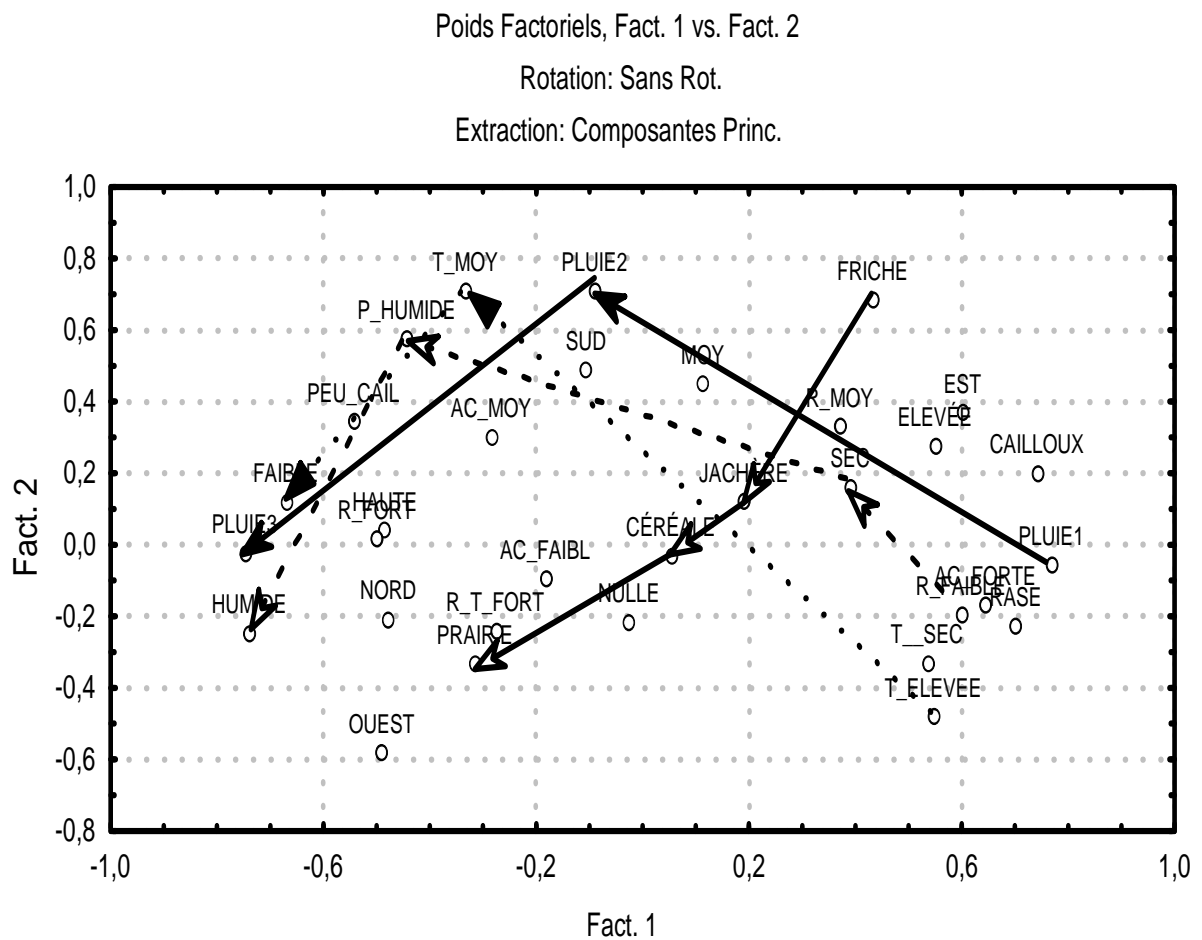


Figure IV.5 : Analyse factorielle des correspondances des variables de la matrice Ecologie/espèces: Distribution des variables écologiques définie par les axes F1x F2

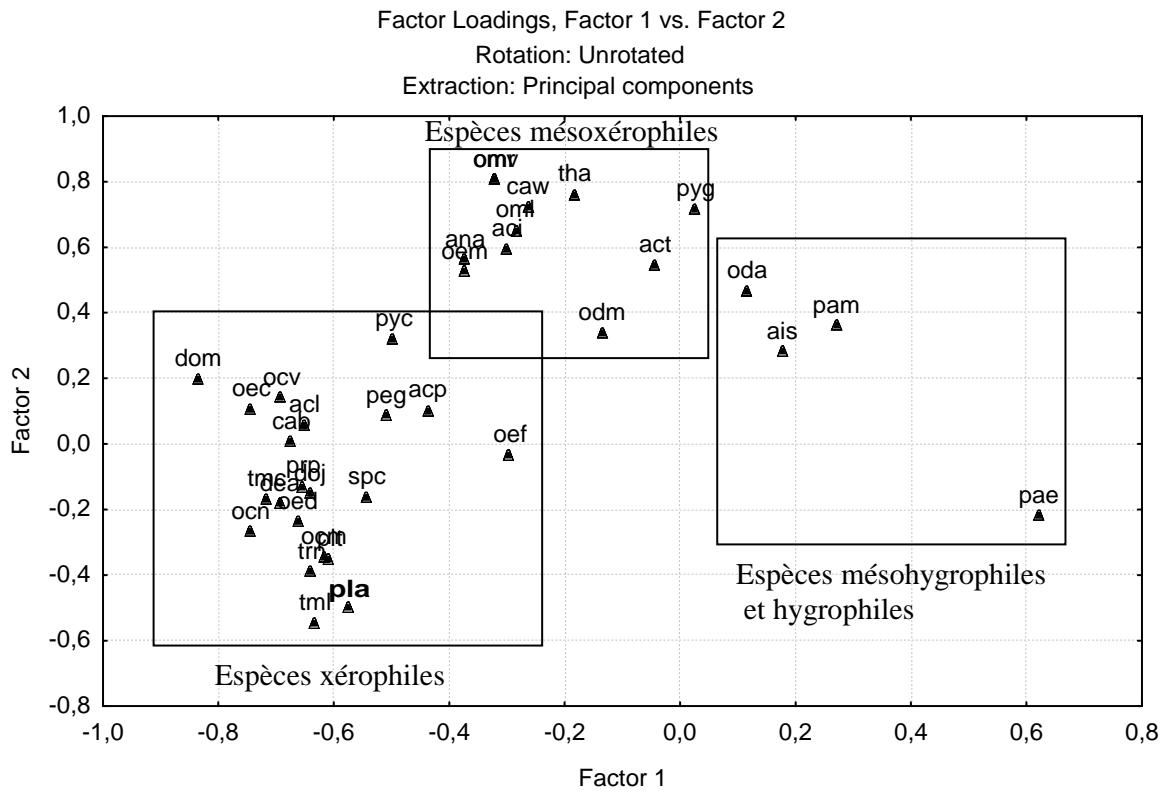


Figure VI.6: Analyse factorielle des correspondances des variables de la matrice Ecologie/espèces: Distribution des espèces définie par les axes 1 et 2

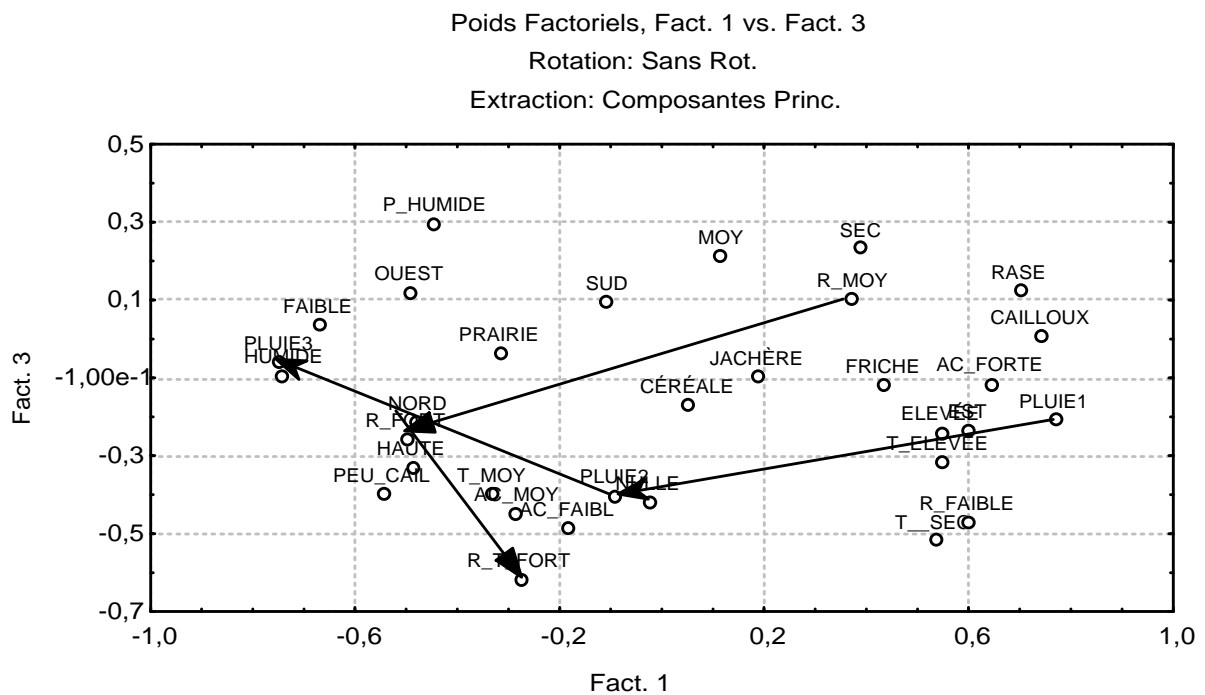


Figure IV.7 : Analyse factorielle des correspondances des variables de la matrice Ecologie/espèces: Distribution des variables écologiques définie par les axes 1 et 3.

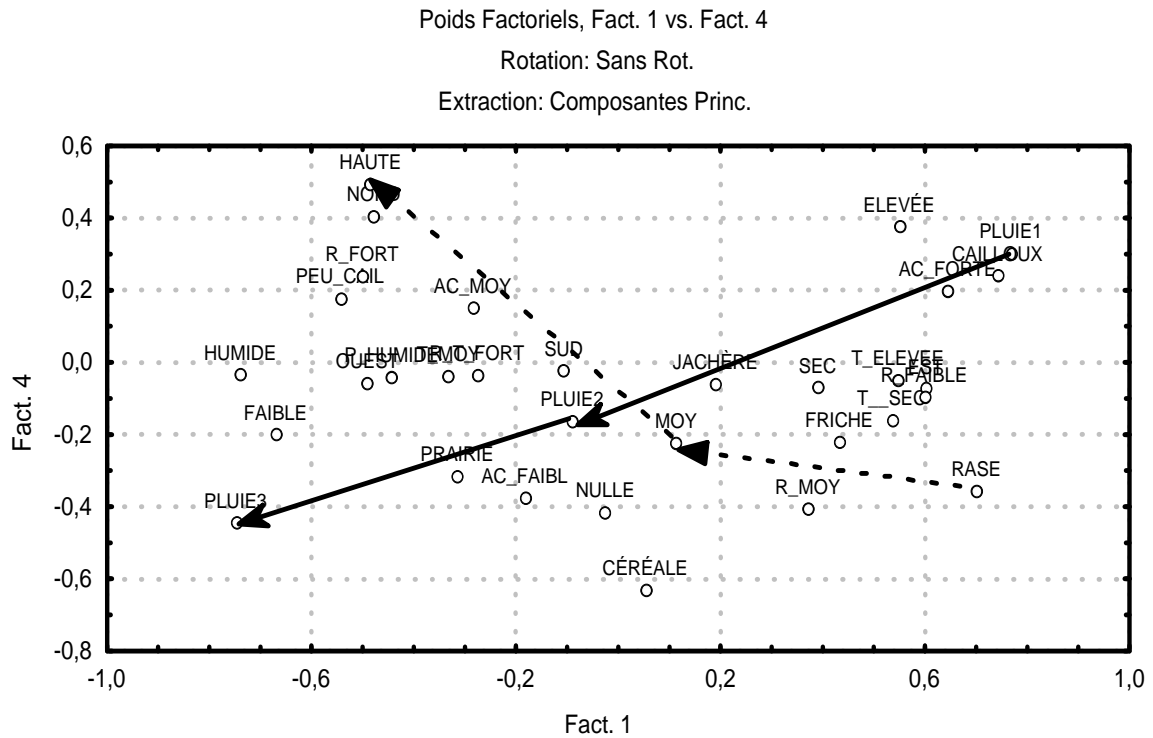


Figure IV.8 : Analyse factorielle des correspondances des variables de la matrice Ecologie/espèces: Distribution des variables écologiques définie par F1x F4

Arbre de 36 Obs.

Saut Minimum

Dist. Euclidiennes

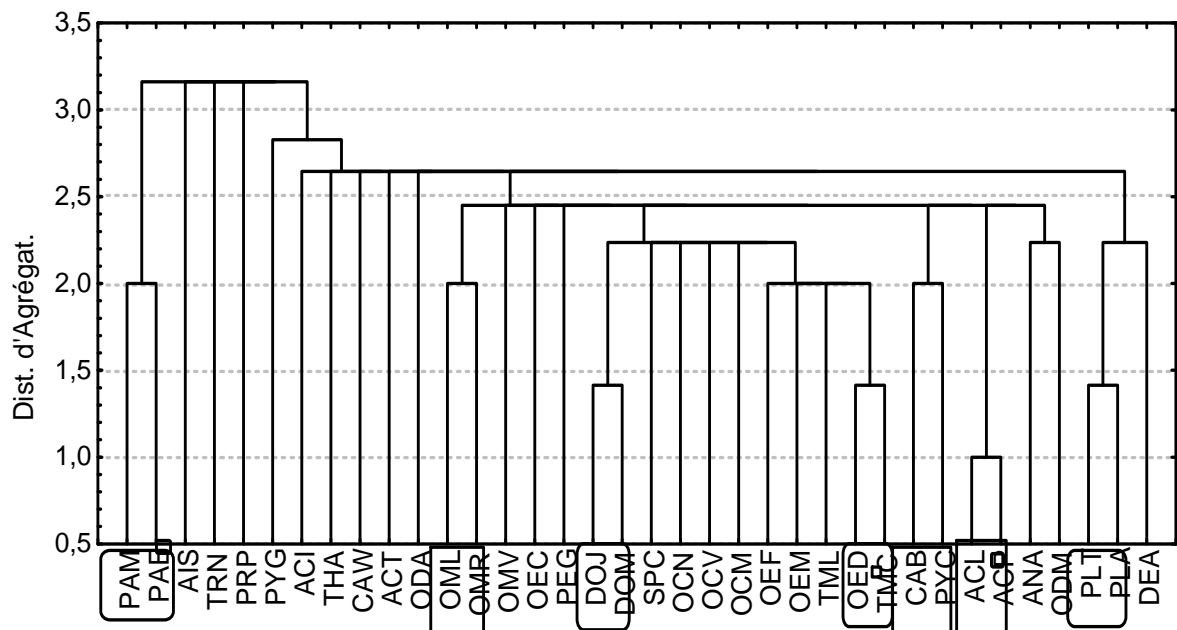


Figure IV.9 : Dendrogramme de la Classification Ascendante Hiérarchique des espèces d'orthoptères en fonction des 32 variables écologiques

1.4.3. Influence des paramètres environnementaux sur les orthoptères

Pour la détermination des groupes écologiques, nous avons retenu les descripteurs que nous avons jugé influents sur la bioécologie et le comportement des orthoptères qui sont : le couple degré hygrométrique-température, les précipitations, la nature de la station, le type de sol et enfin la structure de la végétation (degré de recouvrement et hauteur de la végétation). Les valeurs des taux de contribution de ces différents descripteurs sont données en annexes IV.4. a, b, c, d, e, f.

1.4.3.1. La température et l'hygrothermie édaphique

Ce sont les stations mésoxériques et xériques qui abritent, en moyenne, les richesses spécifiques les plus élevées. En prenant le facteur température tout seul, les deux premiers axes (F1 et F2), ont une contribution de 75 % (Annexe IV.4.a) et pour ceux de l'état de l'humidité du sol (pris seul), ont plus de 72 % dans l'explication de l'influence de ces facteurs sur la répartition des orthoptères de la région de Sétif (Annexe IV.4.b). Ainsi en prenant ce facteur isolément, nous avons révélé trois groupes d'espèces classées selon un gradient allant des milieux les plus secs aux milieux les plus humides.

- Espèces xérophiles et thermophiles : il s'agit des espèces qui fréquentent des sols secs, des milieux ouverts et bien ensoleillés, c'est le cas de : *Oedalus decorus*, *Sphynonotus coerulans*, *Dociostaurus maroccanus*, *Decticus albifrons*, *Callyptamus wattenwylianus*, *Callyptamus barbarus*, *Platycleis tessellata*, *Platycleis laticauda*, *P. pachygaster*, les espèces du genre *Thmetis*, *Ocneridia nigroptera*, *Ocneridia volxemi*, *Oedipoda miniata*, *O.fusco*, *O.raymondi* et *P.pachygaster*,
- Espèces xérophiles et mésothermophiles : ce sont les espèces qui préfèrent des sols plus ou moins secs et sont peu exigeant du point de vue température. il s'agit de *O. algeriana*, *A. tibialis*, *O. volxemi*, *P. conica*, *A. aegyptium*, *Sphynonotus coerulans*, *O. ventralis*, *D.jagoi jagoi*,
- Espèces hygrophiles-mésothermophiles : ces espèces présentent des affinités avec les sols humides et mésohumides légèrement tamponnés par la température. 4 espèces représentent cette catégorie écologique : *P. elephas*, *P. marmoratus*, et un degré moindre *A.strepens* et *T. nasuta*.

1.4.3.2. Influence des précipitations

Les précipitations influent indirectement sur l'humidité du sol et sur la végétation. Il participe dans 58,04 % (Axe F1) dans l'explication de la répartition des espèces dans la région de Sétif (voir Annexe IV.4.c). Il indique trois gradients pluviométriques:

Le premier groupe englobe les espèces qui caractérisent essentiellement les stations localisées dans la zone sud où les précipitations sont inférieures à 350 mm de pluie par an. Ces espèces sont au nombre de 23.

Le deuxième groupe est constitué des espèces recensées surtout au niveau des stations de la zone centrale qui reçoivent une quantité de pluie variant entre 350 et 400 mm par an. Les espèces représentatives sont : *P. laticauda*, *D.jagoi jagoi*, *D. alb*, *P. tessellata*.

Le troisième groupe renferme les espèces liées à la classe pluviométrique supérieure à 450 mm. Il s'agit surtout des Pamphagidae, *Pamphagus elephas*, *P. marmoratus* et *A.strepens* qui ont été observées en grand nombre dans la plupart des stations de cette zone. Ces espèces sont liées à la zone septentrionale caractérisée par des étages bioclimatiques humide à sub-humide.

1.4.3.3. Influence de la nature de la station

Les axes F1 et F2 cumulent 69,23 % de l'inertie totale (Annexe IV.4.d). Ce facteur indique quatre groupes d'espèces :

Le premier groupe est constitué de quatre espèces inféodées aux prairies, il s'agit de *A.strepens*, *Truxalis nasuta*, *P.elaphas* et *P.marmoratus*.

Le deuxième groupe renferme dix espèces qui fréquentent essentiellement les friches.

Le troisième groupe est composé de 14 espèces et est présent au niveau des jachères.

Le quatrième groupe compte huit espèces, fréquentant surtout les champs de céréales.

1.4.3.4 Influence de la hauteur et de la complexité de la végétation

Du point de vue spécifique presque « individuel » (du moins pour l'écologie), il y a des différences de richesse totale et (donc) de diversité entre les différents stades de hauteur et la complexité de la végétation. Le nombre maximal d'espèces ayant été trouvé dans des milieux que nous avons définis comme étant végétation rase et ouverts par rapport à ceux à végétation haute et plus ou moins dense. Le taux de recouvrement végétal avec un cumul des deux premiers axes, contribue avec 74,4 % dans l'explication de la répartition spatiale des orthoptères de la région d'étude (Annexe IV.4.e). Le premier axe de la variable, hauteur de la végétation déploie plus de 56 % dans l'explication de cette répartition (Annexe IV.4. f).

Végétation rase : le comportement géophile de certaines espèces d'orthoptères les obligent à préférer et à fréquenter les stations caractérisées par une végétation rase. Parmi ces espèces nous citerons surtout, *O. volxemi*, *O. microptera*, *C. barbatrus*,

D. maroccanus, *D. albifrons*, *P. cognata*. Ce choix s'explique par le fait que ces espèces ont un comportement géophile et cette structure de la végétation leur permet de se déplacer aisément et de pouvoir coloniser de nouveaux milieux.

Végétation haute et dense : la préférence de ce type de structure de végétation est surtout recherchée par des espèces ombrophiles telles que *P. elephas* et un degré moindre *P. marmoratus*, *T. nasuta* et *A. strepens*.

1.4.3.5. Influence du sol

Du point de vue spécifique, nous n'avons noté aucune différence, car la faune orthoptérique que nous avons inventoriée s'est comportée indifféremment aux types de sol. Leur distribution est alors conditionnée par d'autres facteurs. Il est à rappeler que le type des sols qui prédominent dans la région de Sétif sont les sols calcimagnésiques qui se réchauffent rapidement, ce qui entraîne un dessèchement rapide de la végétation, ce qui provoque la disparition des insectes phytophages.

II. ETUDE DE LA POPULATION A O.VOLXEMI

2.1. Position systématique

L'étude d'*Ocneridia volxemi* (Bolivar, 1878), nous a permis de confirmer qu'il fait partie de la classe des insectes, de l'ordre des Orthoptères et du sous-ordre des Caelifères, à la super-famille des Acridoidea, à la famille des Pamphagidae et à la sous-famille des Pamphaginae. Il a été décrit sous différents synonymes de *Pamphagus (Nocarodes) volxemii* (Bolivar, 1878), *Ocnerodes volxemii* (Finot 1896), *Ocneridia volxemi* (Bolivar, 1912), *Ariasus melillensis* (Mor. Agac, 1958), *Ariasa melillensis* (Bolivar, 1915) et *Ocneridia longicornis* (Bolivar, 1878) par divers auteurs Bolivar, 1916, Werner, 1932 et Uvarov, 1942. L'individualisation du genre se place entre 1878 et 1912, Bolivar place certains éléments dans le genre *Pamphagus (Nocarodes)* puis définitivement dans le genre *Ocneridia* dont l'ocnérode " Boukrouma " est devenu l'espèce type. Actuellement le nom *Ocneridia volxemi* domine.

2.2. Etude morphologique

Nous avons jugé utile de décrire l'oothèque, les œufs, les larves et les imagos de cette espèce car il reste à notre avis un énorme travail à effectuer au niveau connaissance surtout des premiers stades larvaires des orthoptères, base indispensable à toute étude de la dynamique de population.

2.2.1. Oothèque et œuf

L'oothèque d'*Ocneridia volxemi*, se présente comme une forme intermédiaire entre l'aspect cylindrique et l'aspect sub-sphérique en somme un aspect piriforme solide, droit ou faiblement recourbé si des obstacles sont rencontrés au cours de la ponte. L'oothèque est un peu épaissie à sa base. Elle a une hauteur moyenne variant entre 36-40 mm, selon l'état de développement des œufs, avec un diamètre de 12 à 20 mm. L'oothèque est fermée par un couvercle dur et est difficile à ouvrir. Ce couvercle est constitué de particules de terre agrégées par les sécrétions des voies génitales de la reproductrice. Les œufs se rangent en une rangée à position oblique. Au dessus des œufs supérieurs existe une zone transversale dure; un vide de 2-3 mm sépare la coque ovigère précédente du col supérieur relativement moins dure. L'oothèque des Pamphaginae passe pour être spécialement étanche aux échanges hydriques. La ponte est protégée par une paroi composée de trois à quatre couches, constituée de particules de terre ou de petits grains de silice cimentés par les sécrétions des voies génitales femelles au moment de la ponte. La paroi est extrêmement dure dans la partie inférieure où se trouve la grappe ovigère. Elle est plus mince et fragile au niveau du bouchon spumeux. Au niveau de la grappe ovigère, elle est doublée à l'intérieur d'une pellicule élastique brune, très mince mais résistante. La masse ovigère occupe le tiers à la moitié de l'oothèque; elle peut parfois arriver jusqu'au deux tiers. Le nombre d'œufs dans l'oothèque dépend des conditions de l'environnement, principalement de la qualité et de la quantité de nourriture consommée. De plus, cette fécondité dépend du rang de la ponte, les premières étant généralement plus importantes que les suivantes. Dans la nature, les meilleures combinaisons écométéorologiques sont réalisées au début de la période reproductive, quand la végétation n'est pas encore touchée par la sécheresse estivale. Le nombre d'œufs par ponte chez *O. volxemi* varie entre 30 et 35 ce qui représente environ 80 % du rendement ovarien, puisque la dissection des femelles en vitéllogénèse montre 42 ovarioles par femelle,).

L'œuf d' *Ocneridia volxemi* présente plusieurs formes mais la forme d'un petit grain de riz un peu incurvé prédomine. La couleur est claire, jaunâtre. Il mesure 5,8 à 6,0 mm de long et 1,6 à 1,7 mm de large. Dans l'oothèque, les œufs sont enveloppés dans une matière spumeuse transparente. Cette enveloppe semble les protéger de la dessiccation surtout en période sèche qui dans la région de Sétif est plus ou moins longue (5 à 6 mois).

2.2.2. La larve

A l'éclosion, la larve nouveau-née qui se dégage de l'oothèque est blanchâtre. Dès sa sortie à la surface du sol, si les conditions de température sont favorables (Températures

élevées) elle entame une mue, dite intermédiaire, libérant ses appendices, pour donner naissance à une larve du premier stade; mais si les conditions de température sont défavorables (Températures faibles), elle reste dans sa intermue 3 à 5 semaines pour atteindre le stade 1. La taille des différents stades larvaires est donnée dans le tableau IV.4.

2.2.3. L'imago

La couleur générale de fond est brunâtre ou verdâtre avec des taches plus sombres, brunes ou blanchâtres. Les tibias postérieurs sont généralement à dessus et à face interne bleu foncé, alors que la face externe est testacée. La tête d' *Ocneridia volxemi* est grosse, de profil elle a une forme subtriangulaire à profil oblique et est plus ou moins rugueuse. Les fovéoles temporales sont petites, peu profondes et placées à la partie supérieure du vertex. Ce dernier a les carènes latérales fortes, un peu ondulées mais la carène médiane est un peu effacée en avant. L'occiput présente quelques rides longitudinales derrière les yeux. Les antennes sont grêles et filiformes. Le pronotum est un peu rugueux, à carènes médianes faiblement arquées, un peu irrégulières ; les carènes latérales sont plus ou moins marquées dans la prozone. Les fémurs postérieurs sont larges, à carène supérieure élevée, un peu sinueuse abaissée dans le tiers apical. La face interne de ces tibias est testacée avec le bord inférieur colorée en rouge chez les mâles et bleu foncée chez la femelle. Sur les tibias des pattes postérieures, se trouve des épines claires à extrémité noire. On peut distinguer la femelle du mâle par les organes génitaux externes, et par les tergites qui ne sont pas dentés (Annexe IV.5). L'imago mâle d' *O. volxemi* pèse entre 0,51 et 0,72 g, en moyenne 0,58 g et le poids de la femelle est de 0,62 à 1,35 g, en moyenne 0,67 g. Quelques données morphométriques moyennes de l'imago d' *O. volxemi* figurent dans le tableau IV.3

2.3. Etudes biologiques

2.3.1. Nombre des stades larvaires par la méthode biométrique

La détermination du nombre de stade larvaire d'un individu donné est très importante dans toute étude de la dynamique de population. Il existe chez *Ocneridia volxemi* cinq stades larvaires dans les deux sexes, encore appelés "juvéniles", par certains auteurs. Chaque groupe de points est nettement séparé : chaque couple de mesures correspondant à un individu plus grand d'un stade, reste inférieur au couple de mesures d'un petit individu d'un stade supérieur. On peut remarquer que le nuage de points s'allonge à partir du 4^{ème} stade. L'utilisation de ces deux indices morphométriques (pronotum et du fémur postérieur), s'est révélée très efficace pour la discrimination du nombre de stades larvaires (Annexe IV.6). Ce type d'étude permet d'établir des courbes de

référence caractérisant le développement post-embryonnaire de chacun des deux sexes de l'espèce considérée. Elles expriment la croissance d'un organe par rapport à celle d'un autre et permettent une bonne discrimination stadiale. Enfin on peut dire que ces courbes fournissent en particulier un moyen de détermination avec certitude le stade larvaire d'un individu prélevé au hasard au sein d'une population. Il est à signaler que le critère nombre d'articles antennaire s'est avéré comme efficace chez *Ocneridia volxemi* qui a tendance à doubler du premier stade larvaire (8) au dernier stade larvaire (16) (Tab.IV.4).

Tableau IV.3 : Données morphométriques des imagos mâles et femelles d' *O.volxemi*

Caractères morphologiques	Longueur du corps en mm		Longueur du pronotum en mm		Longueur du fémur postérieur en mm	
	mâles	femelles	mâles	Femelles	mâles	femelles
Données générales	16,5-22,5	20,5-38,0	5,1-5,8	7,2-9,1	10,4-12,4	13,4-18,6

Tableau IV.4 : Quelques caractères morphologiques des larves d'*Ocneridia volxemi*

Caractères morphologiques	Sexe	L1*	L2	L3	L4	L5
Longueur du corps (en mm)	Mâle	4	8	12	16	24
	Femelle	4	7	9	22	32
Longueur du fémur (en mm)	Mâle	2,7	3,4	4,4	5,8	7,5
	Femelle	2,7	3,6	4,6	6,3	9,5
Longueur du pronotum en mm	Mâle	1,7	2,4	3,2	3,7	5,1
	Femelle	1,7	2,8	3,6	4,5	7,2
Nb.article antennaires	-	8	9	11	13	16

* sexe non déterminé

2.3.2. Etude du cycle biologique d'*O. volxemi* dans les stations types

2.3.2.1. Développement embryonnaire

O. volxemi présente une diapause embryonnaire. La partie hypogée de son cycle est extrêmement longue car elle dure cinq à six mois et demi, environ chaque année. Le développement embryonnaire est régi par un complexe polyfactoriel thermohydrique et édaphique. A notre connaissance, la photopériode n'a jamais été invoquée pour expliquer l'entrée en diapause des œufs. D'une manière générale, une température élevée accélère la croissance de l'embryon. Pour la période qui suit la ponte, ce n'est pas une température élevée qui initie la croissance embryonnaire car on observe bien cet arrêt de développement sur les pontes émises durant les étés extrêmement chauds. On a conclu alors que les œufs pondus en été arrêtaient leur croissance à cause de l'assèchement du sol (cas probable pour *Ocneridia volxemi*). L'espèce reste strictement univoltine sur toute l'étendue de son aire de dispersion. On pense que le développement embryonnaire continu serait possible grâce à l'humidification du sol par les pluies d'automne. Or, une telle reprise serait néfaste à la survie de l'embryon à cette période de l'année à cause de la baisse de température qui freinerait son développement ou le tuerait. Au printemps, le développement des œufs est soumis aux mêmes facteurs principaux à savoir l'humidité du sol et la température.

a. Eclosion

Le suivi sur le terrain durant les années d'étude dans les stations types, nous montre que les dates d'éclosion varient d'une station à une autre et d'une année à l'autre. Elles sont liées aux conditions climatiques et écologiques variables d'une station à l'autre et d'une année à l'autre. D'après nos observations de terrain, nous avons remarqué un échelonnement des éclosions, les premières sont enregistrées dans la station de la zone méridionale qui est plus chaude, 15 jours à 20 jours avant celles de la station de la zone septentrionale. Nous avons observé en 1996 des individus du premier stade dès la troisième décennie du mois de janvier dans les stations de la zone sud et de la zone centrale (cf. figures IV.4) mais ce qui est certain que les éclosions d'une manière générale peuvent avoir lieu probablement bien avant cette date et ce lorsque les températures le permettent. Une chose est sûre que les éclosions sont précoces dans les stations sud et tardives dans les stations nord. Les éclosions varient d'une année à une autre et d'une station à une autre. Dans la région d'étude, il est nécessaire pour l'éclosion que la somme des températures efficaces journalières à la surface du sol soit de 120 à 140° C (le seuil présumé du développement est de 5° C)

La durée de l'éclosion est généralement brève (3 à 5 jours). Des chutes brutales de température, une pluie abondante, une chute de grêle, de neige ou les gelées, retardent les éclosions de deux à quatre semaines.

b. Evolution larvaire

Elle est très lente, surtout pour les deux premiers stades dont la présence coïncide avec des températures très faibles, ce qui retarde le développement de ces juvéniles. Nous avons remarqué que l'évolution larvaire varie en rapidité entre les stations et dans la station même, d'une année à l'autre, ceci pourrait être en relation avec les différentes caractéristiques écologiques propres à chaque station et aux différentes variations climatiques intra et interannuelles, de ce fait il a été noté que le cycle biologique peut être décaler d'une année à l'autre. Cette différence dans la durée de vie des individus serait liée aux conditions environnementales notamment les températures et la pluviométrie.

2.3.2.2. Développement larvaire

Les différences les plus marquantes de durée de développement larvaire (Tab. IV.5) observées en des lieux et par des auteurs différents peuvent s'expliquer par des conditions thermohydriques propres à chaque cas. Les données du tableau IV.5 montrent bien que les premiers stades larvaires se développent plus lentement que les derniers.

2.3.2.3. Développement imaginal

L'apparition des adultes est également variable d'une station à l'autre avec un léger décalage entre les deux sexes. Les mâles apparaissent précocement 2 à 3 jours en moyennes par rapport aux femelles et disparaissent les premiers, environ 5 à 7 jours avant les femelles. Nous avons noté leur présence dès la fin avril dans les stations du sud et en accouplement dès la première décade du mois de mai.

2.3.3. Estimation de la durée du cycle de vie par les degrés- jours

La durée de la vie épigée d'*O. volxemi* dure en moyenne respectivement pour la zone sud, centrale et septentrionale 92 jours, 105 jours et 115 jours. La quantité totale d'énergie cumulée pour la durée total cycle de la vie épigée quelque soit la zone où se développe l'espèce nécessite au moins 1700 degré-jours.

Tableau IV.5: Durée des stades larvaires (en jours) d'*Ocneridia volxemi* (Bolivar, 1878) dans la région de Sétif.

Dates et lieux	L1	L2	L3	L4	L5	Total
Amoucha (Zone nord 1996)	33-38	24-26	21-23	15-19	12-15	105-121
Sétif (Zone centrale 1996)	22-28	20-24	17-20	11-15	10-13	90-100
Guellal (Zone sud) 1996	20-26	18-22	14-19	12-18	10-12	74-97

2.3.3.1. Pour les stades larvaires

Le stade 1 : Durant la première année d'échantillonnage de 1996, ce stade a eu lieu pendant la fin de l'hiver et le début printemps, durant cette période les pluies étaient plus ou moins régulières et le sol était suffisamment humide, ce qui permet l'apparition des premières larves qui a coïncidé avec l'installation des premières pousses végétatives. La durée de ce stade durant cette année et au niveau de la station de Sétif a varié entre 22 et 28 jours. Les individus de ce stade sont de petite taille, donc de faible biomasse, nécessitent en moyenne 270 degrés-jours.

Stade 2 : il a débuté durant la première de mars et s'est étalé jusqu' à la fin mars. Ce stade a nécessité 290 degrés-jours.

Stade 3 : les individus de ce stade sont présents dès le début avril jusqu'au mois du début avril jusqu'à la troisième décade du même mois et a nécessité 295 degré- jours

Stade 4 : il a commencé de la fin avril jusqu'à la fin de la deuxième décade du mois de mai. Durant ce stade le cumul de la température est de 310 degrés- jours.

Stade 5 : de la troisième semaine de mai jusqu'à la première semaine de juin. Il a nécessité 290 degré-jours

2.3.3.2. Pour le stade imaginale

Ce stade s'est installé dès la première semaine de juin et a complètement disparu vers la troisième décade du mois de juin et a nécessité 280 degré jours.

On peut déduire que la durée de vie épigée d' *O. volxemi* dans la station Sétif a nécessité approximativement 1735 degrés-jours.

2.4. Etude écologique

2.4.1. Structure de la population

Les relevés effectués sur les trois années successives 1995, 1996 et 1997 lors de l'étude du cycle de vie d'*O. volxemi* à différentes époques, montrent une variation densitaire globale plus ou moins irrégulière entre les différentes stations d'étude

2.4.2. Effectifs de la population d'*Ocneridia volxemi*

2.4.2.1. Population imaginale

Les résultats obtenus selon la méthode d'estimation de Jolly à partir des techniques de capture-recapture et ceux effectués au cadre sont regroupés en (Annexe IV.7). Ces résultats sont donnés pour une unité de surface, soit 270 m²; pour les capture-recaptures, les périodes vont de la deuxième décennie de mai à la fin de la première décennie de juin 1998 et pour le prélèvement au cadre elles vont de la 2^{ème} décennie de mars la fin de la deuxième décennie de juin 1998.

a. Population femelle

C'est pendant la période de la 2^{ème} décennie de mai que l'évaluation de la densité de population femelle (au cadre de 1m x 1m) est la plus élevée. Le nombre des individus femelles de la population varie entre 95 et 100. Pour un temps plus limité et dans la même période les estimations des effectifs par la méthode de capture-recapture sont de 100 et 102. La population femelle montre un maximum d'individus vers la mi mai et elle décline vers la mi juin.

b. Population mâle

L'évaluation effectuée au cadre donne un chiffre moyen de 98 individus, par contre la technique de capture-recapture estime cet effectif à 86 individus mâles. L'effectif obtenu par les deux techniques se rapproche, cependant avec la technique de captures-recapture est plus fiable, car on peut avoir des renseignements sur la natalité et la mortalité (fluctuations) dans une population donnée en un temps donné.

2.4.3. Evaluation des déplacements des adultes

Les adultes d'*Ocneridia volxemi* ont un déplacement moyen faible, la distance moyenne la plus élevée ne dépasse pas pour les mâles 1,16 m par jour et atteint le plus souvent 0,58 m par jour. Ces déplacements sont uniquement des mouvements de marche et de saut entrecoupés par des périodes de prise de nourriture. Si les conditions de vent et de température sont favorables de tels sauts peuvent se répéter plusieurs fois lorsque l'insecte est poursuivi. En effet, les déplacements sont plus importants sur sol nu que sur sol encombré de végétation dense et haute. Les femelles sont plus sédentaires. Elles ont un faible déplacement (0,22 m par jour pour la majorité). Les caractéristiques morphologiques: la longueur du fémur, le poids des femelles (plus lourdes que les mâles) font qu'elles se déplacent deux fois et demi moins que les mâles donc limite leur colonisation à de nouveaux milieux. Ces déplacements limités tant chez les mâles que les femelles permettent de conclure que ce type de milieu décrit correspond à des conditions favorables au développement et au maintien de la population.

2.4.4. Facteurs de pullulation

Afin de dégager les différents facteurs qui peuvent influencer sur le cycle de vie et la pullulation de cette espèce, nous avons suivi le cycle biologique d'*Ocneridia volxemi* sur trois années successives 95, 96, 97, sur les mêmes stations qui ont été choisies pour le suivi des cycles de vie des espèces les plus fréquentes dans la région d'étude. Sur ces trois années d'étude, nous n'avons noté qu'une seule année où la densité larvaire a été relativement importante par rapport aux années d'étude 1995 et 1997. Elle correspond à l'année 1996. Au cours de cette année la densité larvaire a parfois atteint par endroit les 8 à 12 individus au m². Les individus de la population à *O.volxemi* notamment larvaire ont profité des conditions climatiques qui ont régné au cours de cette année. Elle a été marquée par une pluviométrie importante durant la période mars- avril -mai et des températures favorables aux individus de la population, pour "pulluler".

2.5. Régime alimentaire

Les résultats de cette étude qui portent uniquement sur la station de Sétif sont regroupés en annexe IV.8. Ils permettent d'affirmer que presque toutes les Poacées présentes dans la station, quelque soit leur fréquence relative, ont été consommées par l'insecte, mais pas d'une manière inégale aussi bien par les différentes phases de vie de l'insecte que par les deux sexes (Fig. IV.10). Par ailleurs, nous devons noter que toutes les espèces végétales (monocotylédones et dicotylédones) présentes dans le milieu ne se sont pas consommées de la même manière, en plus certaines espèces végétales n'ont pas été du tout consommées et ce malgré leur fréquence élevée sur le terrain. Ainsi l'analyse des fécès de 200 individus révèle que la population d'*O.volxemi* a utilisé pour son alimentation 28 espèces végétales parmi les 36 présentes dans le milieu d'étude. Les Poacées interviennent pour 32,14 % dans le régime alimentaire contre 67,86 % pour les dicotylédones.

2.5.1. Des larves

Le nombre des espèces végétales consommées par les jeunes est de 25 soit 69,44 % du nombre total d'espèces végétales présentes dans la niche trophique de l'orthoptère. Il faut toutefois signaler que le nombre d'espèces végétales consommées par les larves augmente avec l'âge des individus.

2.5.2. Des adultes

Les imagos consomment en plus des espèces pâturées par les larves, trois autres espèces végétales, par conséquent le nombre total d'espèces végétales formant le spectre

alimentaire des adultes s'élève à 28 soit 77,77 % du nombre des espèces présentes dans la niche trophique. Parmi les dicotylédones les consommées, sont surtout les Astéracées, nous citerons surtout *Centaurea pullata*, *Picris echioides*, *Carduus pycnocephalus* et *Moricandia arvensis*. Les Poacées sont toujours présents dans le régime alimentaire des adultes avec une fréquence inférieure à celle des larves (Fig.IV.11). Par ailleurs, il existe une légère différence entre le spectre alimentaire des femelles et celui des mâles.

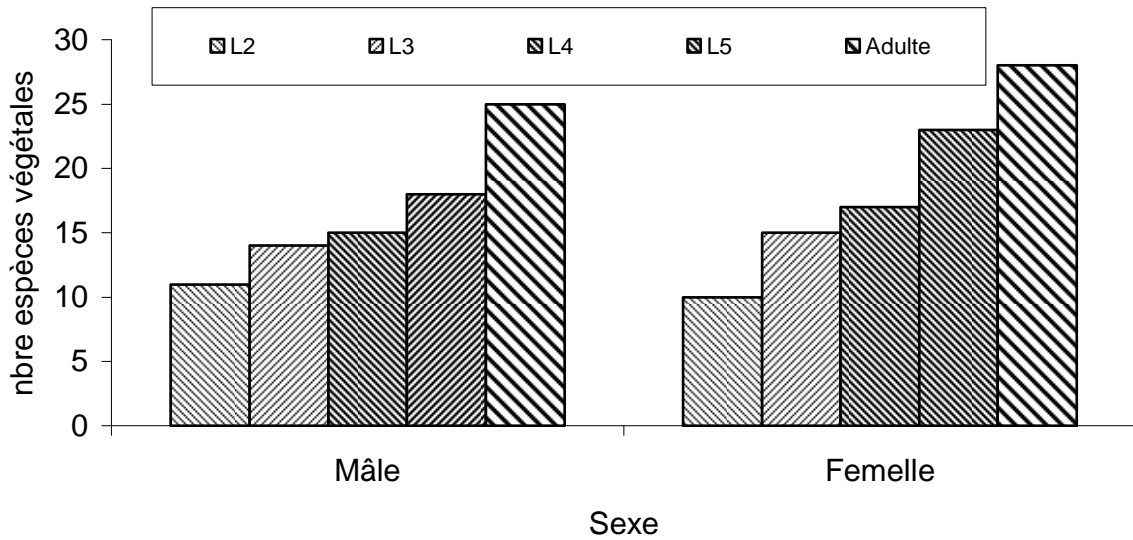


Figure IV.10 : Nombre d'espèces végétales consommées par les deux sexes d'*O.volxemi* (L2.....L5: Stades larvaires de 2 à 5)

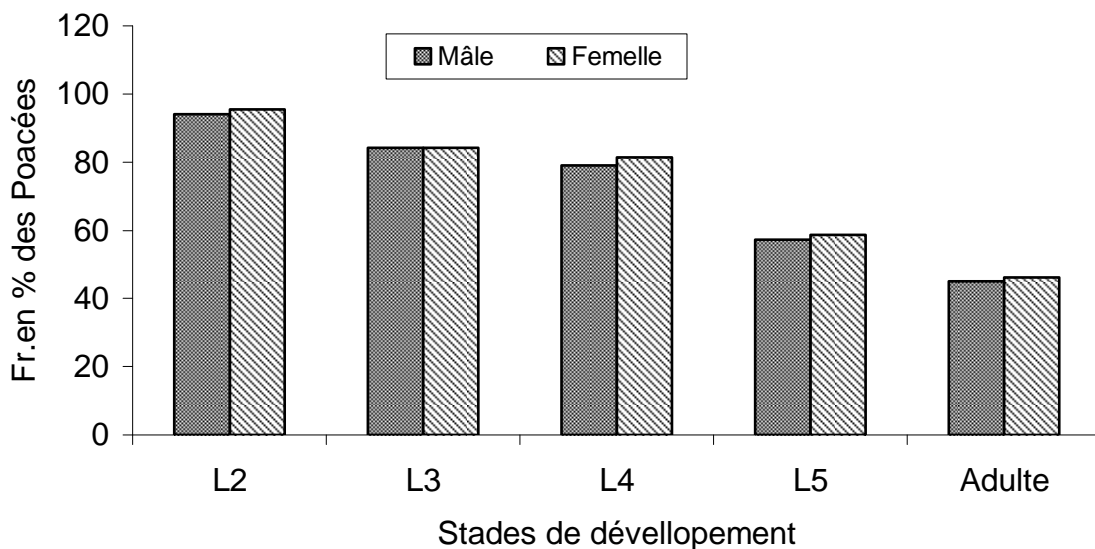


Figure IV.11 : Fréquence des Poacées (graminées) dans le régime alimentaire d'*O.volxemi* en fonction des stades de développement.

2.6. Etude de la consommation

Dans le but de rechercher l'impact d'*O.volxemi* sur la production primaire (Ici les feuilles de blé dur) nous avons entrepris un suivi au laboratoire de la consommation quotidienne d' *O. volxemi*.

2.6.1. Evolution de la consommation par rapport au développement

Rappelons que cette étude a concerné le suivi de la consommation de cinq mâles et cinq femelles d'*O.volxemi* du deuxième stade larvaire au stade adulte. Les courbes de consommation montrent que la consommation n'est pas régulière. Ces irrégularités dans la consommation seraient dues au comportement alimentaire et aux aspects physiologiques où lors de la mue les individus cessent leur activité alimentaire et ne la reprennent qu'un jour après. Les courbes de consommation sont presque comparables jusqu'au stade 3. Au stade 4, la consommation des femelles devient supérieure à celle des mâles (annexe IV. 9). Chez les mâles la consommation atteint un maximum au début du stade 5 et commence à décroître à la fin de ce stade. Chez les femelles au contraire, la consommation continue à s'accroître au cours de la vie imaginale puis décroît à la fin de la sénescence (liée peut être à l'usure des mandibules).

2.6.1.1. Consommation larvaire

En tenant compte de la durée de développement et de la consommation journalière pour chaque stade Nous avons pu calculer approximativement la quantité de nourriture nécessaire pour obtenir un imago mâle et femelle (Tab.IV. 6).

Tableau IV.6: Durée moyenne de chaque stade et consommation journalière moyenne De chacun des stades larvaires d'un mm² de blé dur chez *O. volxemi*.

Stades de développement	Durée moyenne (en jours)		Consommation journalière moyenne (en mg)	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
Stade 2	21	23	1,6 ± 0,2	2,1 ± 0,3
Stade 3	18	19	3,6 ± 0,4	3,9 ± 0,4
Stade 4	13	14	5,2 ± 0,5	9,9 ± 0,8
Stade 5	11	12	11,3 ± 0,9	15,2 ± 1,1

* Pour une femelle:

48,3 mg + 74,1 mg + 138,6 mg + 182,4 mg = 443,4 mg (en mg de feuille de blé dur séchée à 65°)

* Pour un mâle:

$$33,6 \text{ mg} + 64,8 \text{ mg} + 67,6 \text{ mg} + 124,3 \text{ mg} = 290,3 \text{ mg}$$

Nous remarquons que l'ingestion de la nourriture augmente progressivement que ce soit chez les mâles ou les femelles. Pour l'obtention d'un imago mâle la quantité de nourriture nécessaire est nettement inférieure par rapport à celle pour l'obtention d'un imago femelle. Ce qui revient à dire qu'une larve femelle consommera 34,53 % de plus de nourriture qu'une larve mâle.

2.6.1.2. Consommation adulte

La consommation quotidienne des femelles est de l'ordre de $24,30 \pm 2,05$ mg. Chez les mâles, elle est en moyenne de $12,7 \pm 0,6$ mg et ne représente qu'environ 50 % de la consommation des femelles. Cette différence entre les niveaux de consommation des femelles et mâles s'est amorcée dès le dernier stade larvaire. Nous pouvons noter que les femelles mangent deux fois plus que les mâles.

2.6.2. Consommation par rapport au poids de l'insecte

L'analyse précédente montre que la quantité de nourriture ingérée varie en fonction de l'âge et du sexe de l'individu. Nous remarquons d'après le tableau IV.7, que la consommation au stade 5 est presque semblable dans les deux sexes. Elle est de plus, très importante du stade 3 au stade 5, puisque les individus mangent une quantité de nourriture équivalente à presque la moitié de leur poids (facteurs climatiques plus favorables). La tendance à consommer de moins en moins s'accroît nettement à l'état adulte, puisque ceux-ci ingèrent seulement le quart de leur propre poids.

Tableau IV.7 : Coefficient d'évolution de la consommation en fonction du poids.

Stades	Femelle	Mâle
2	0,36	0,34
3	0,44	0,48
4	0,42	0,38
5	0,45	0,44
Adultes	0,30	0,28

2.7. Essais de biocontrôle d'*O. volxemi*

2.7.1. Par les extraits des végétaux

Le but de cette étude consiste à vérifier sous des conditions de laboratoire ((T °C: 21-22 °C, Hr.: 65 ± 5 % et 12/12 photopériode), les effets insecticides et prises de nourriture, des différents extraits à différentes doses de deux plantes, *Melia azedarach* et *Eucalyptus globulus*, sur les larves du cinquième stade et les adultes d' *Ocneridia. volxemi*.

2.7.1.1 Effet de l'extrait huileux du fruit de *Melia azedarach* L

a- Sur les larves du stade L5

- Sur la consommation

La figure IV.12 et l'annexe IV.10, montrent l'effet de la pulvérisation de l'extrait huileux sur la consommation des larves. Nous remarquons que toutes les concentrations réduisent la consommation alimentaire chez les larves. Les feuilles de céréales traitées avec une concentration de 2% de cet extrait a réduit d'une manière positive la consommation chez les larves après 72 heures. Avec les trois concentrations 0,5%, 1% et 2% le pourcentage moyen des dégâts observés sur les feuilles de céréales est respectivement 3%, 1,33 et 0,66%. Cependant le pourcentage de dégât observé sur les feuilles témoins (4 ml. Agar /l. eau) est de 17 % après 72 heures de traitement. Nous remarquons que la consommation devient nulle aux doses 2 et 1 % après quatre jours de traitement. Les dégâts observés sur les feuilles sont nuls après sept jours de traitement et ce quelque soit la dose de traitement.

- Sur la mortalité

Le taux de mortalité cumulée sur les larves du cinquième stade (L5) pour les trois concentrations est consigné dans la figure IV.13 et l'annexe IV.11. Le temps léthal 50 (TL₅₀) le plus court est enregistré aux 96 heures et 120 heures de traitement avec la dose de 2 %. La mortalité la plus élevée est observée chez les individus dont les feuilles ont été traitées avec une concentration de 2 % quelque soit la durée de traitement. Le taux de mortalité le plus élevé (100 %) est obtenu avec la concentration 2% après 216 heures de traitement. Cependant les analyses statistiques ont montré que la mortalité est très significative avec la concentration 2 % après 216 heures de traitement par rapport au témoin.

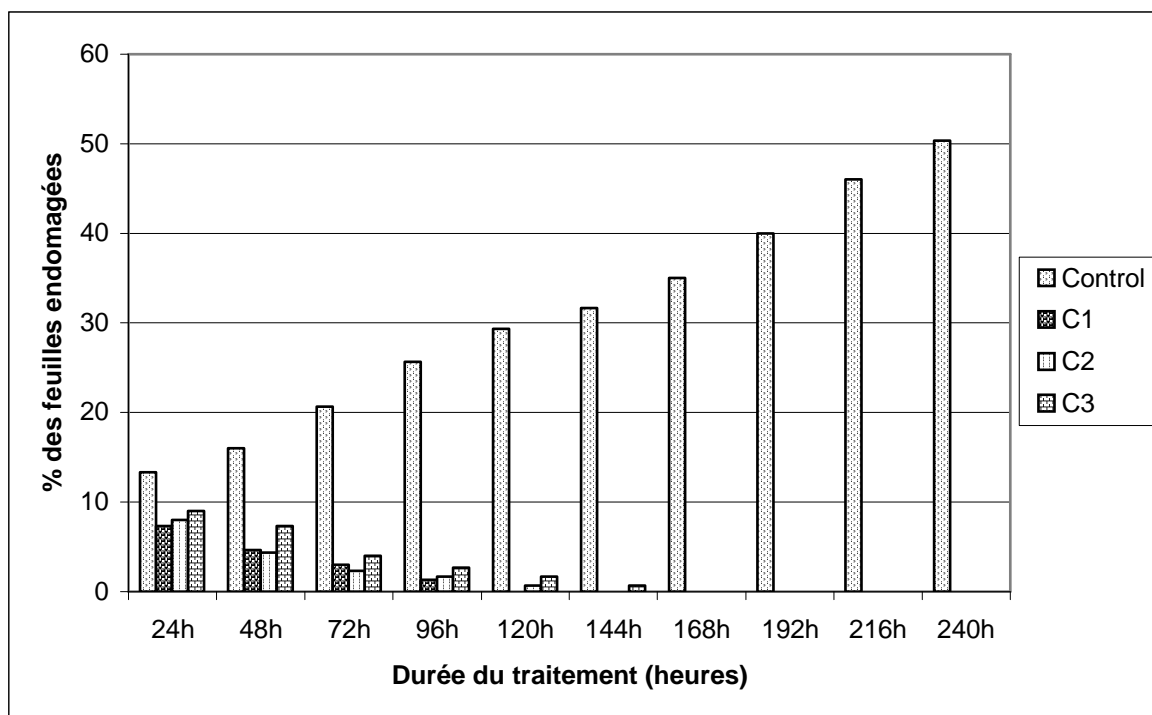


Figure IV.12: Effet des trois concentrations des extraits huileux des fruits de *Melia azedarach* sur la consommation des larves d'*Ocneridia volxemi*.

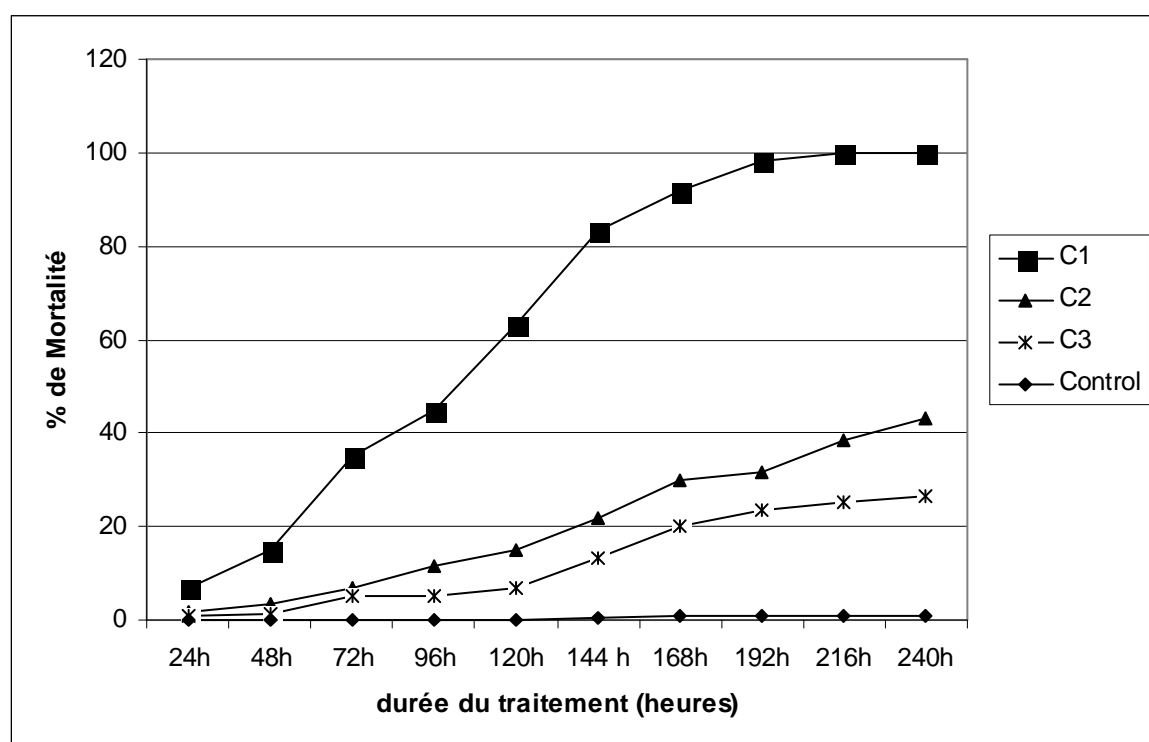


Figure IV.13: Pourcentage de mortalité cumulé des larves (L5) d'*O. volxemi* traités avec les trois concentrations des extraits huileux des fruits de *Melia azedarach*.

b. Sur les adultes

- Consommation

Le pourcentage cumulé des feuilles endommagées de céréales traitées à l'extrait huileux des fruits de *M. azedarach*, avec les différentes concentrations sont données dans la figure IV.14. Les tests ont révélé que les concentrations 2% et 1% peuvent réduire d'une manière significative la consommation des feuilles de *Triticum durum* traitées. Cependant nous n'avons observé aucun dégât sur les feuilles avec la concentration 2 % après 120 heures de traitement.

- Mortalité

Le pourcentage cumulé de la mortalité observé chez les individus traités à l'extrait huileux des fruits de *M.azedarach* est consigné dans la figure IV.15 et l'annexe IV.12. Les résultats obtenus ont révélé que les concentrations de 2% et 1 % ont provoqué une mortalité de 100 % chez les individus d'*O.volxemi* après 240 heures et 264 heures de traitement respectivement. Le TL₅₀ est obtenu après 144 heures et 168 heures de traitement respectivement pour la concentration 2 % (C1) et 1 % (C2).

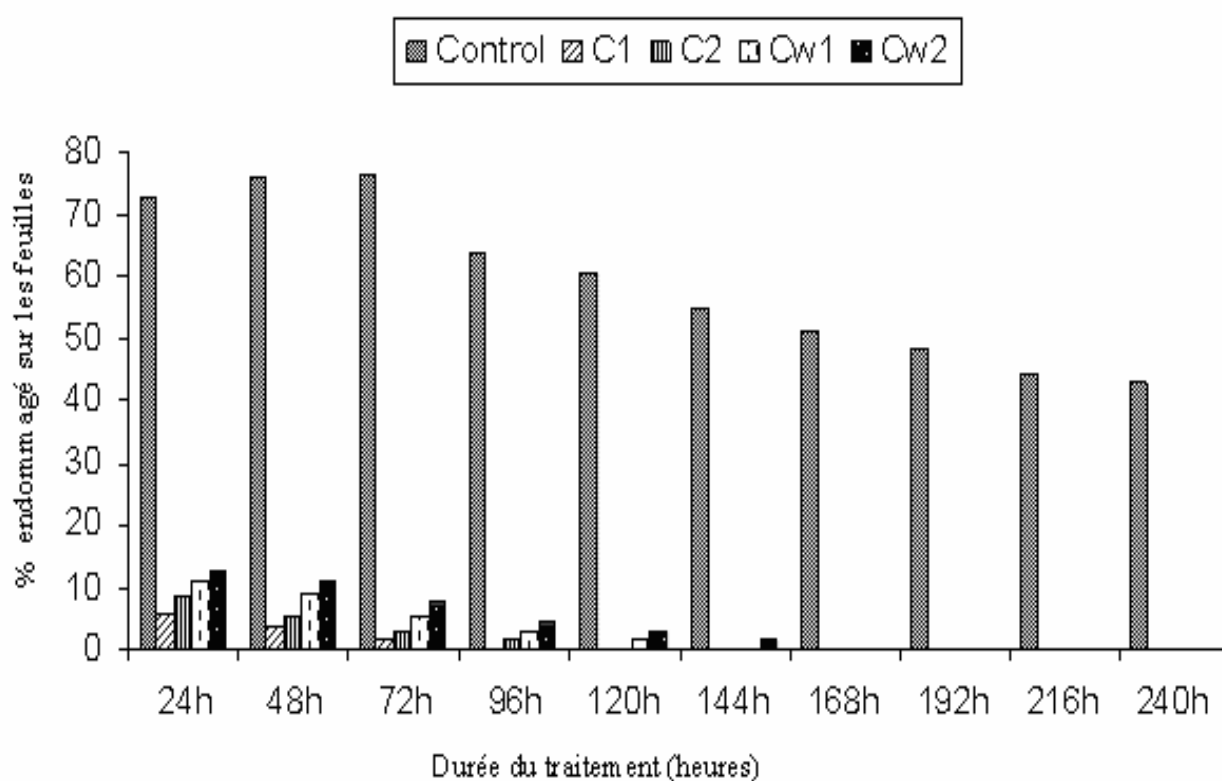


Figure IV.14: Taux de consommation cumulé chez les adultes d' *O.volxemi* traités avec les différentes doses et extraits de *M. azedarach*.

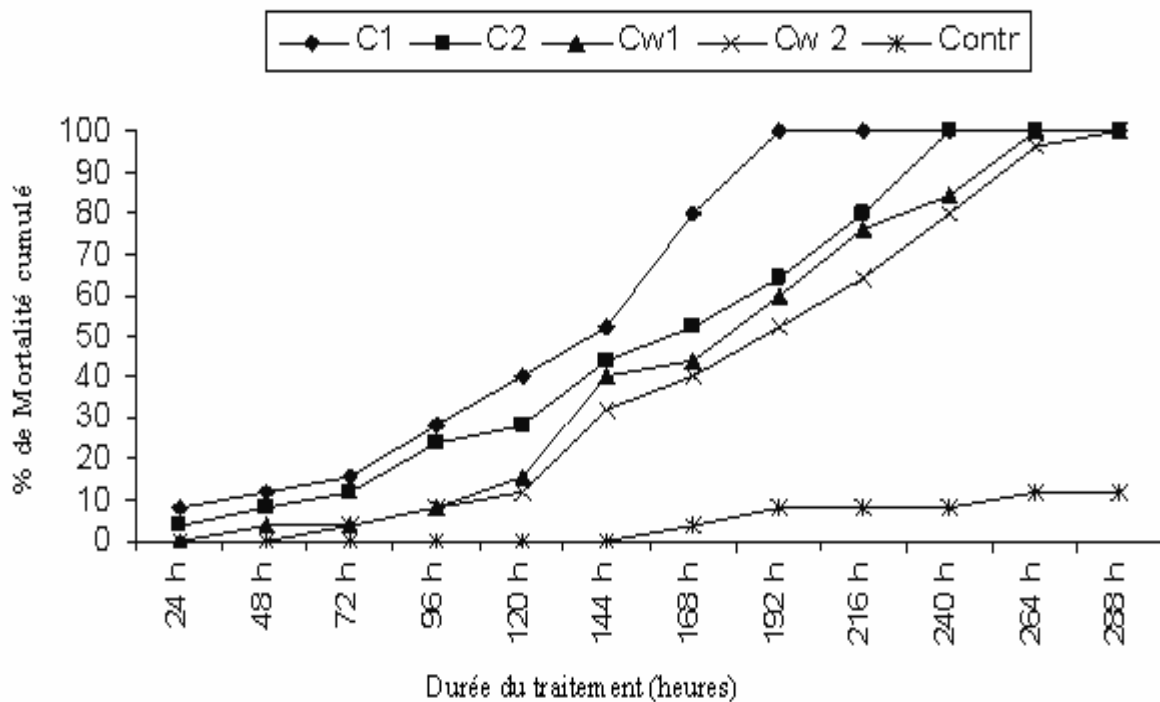


Figure IV.15: Taux de mortalité cumulé sur les adultes d' *O. volxemi* traités avec les différentes doses et extraits de *M. azedarach*.

2.7.1.2. Effets des extraits aqueux des fruits de *Melia azedarach*

a. Sur les larves du cinqième stade (L5)

- Sur la consommation

La figure IV.16 et l'annexe IV.13 montrent que les trois concentrations ont un effet positif sur la réduction de la consommation des feuilles de céréales chez les larves. Le pourcentage moyen des dégâts observé sur les feuilles avec les trois concentrations 25, 50, 80 g/l est respectivement 6; 4,66 et 3,66 % après 72 heures de traitement. Les quantités consommées par les traitées avec la concentration de 80 g/l sont significativement réduites après 72 heures du traitement. Les meilleurs résultats sont obtenus avec la concentration 80 g/l en comparaison avec les deux autres concentrations (25 et 50 g/l).

- Sur la mortalité

Le taux de mortalité cumulée enregistré donné dans la figure IV. 17 et l'annexe IV.14 révèle que les larves traitées ont succombé au traitement dès le troisième jour. Un taux de 100 % est atteint le 10^{ième} jours chez les traitées avec la concentration de 80 g/l alors qu'il est de 0,66% chez les témoins. Par ailleurs les analyses statistiques ont montrées que la mortalité est significative ($p < 0,05$) avec la concentration 80 g/l après 72 heures de traitement par rapport au témoin. Le TL₅₀ est obtenu après 96 heures et 120 heures de traitement pour la concentration 80 g/l (CW1).

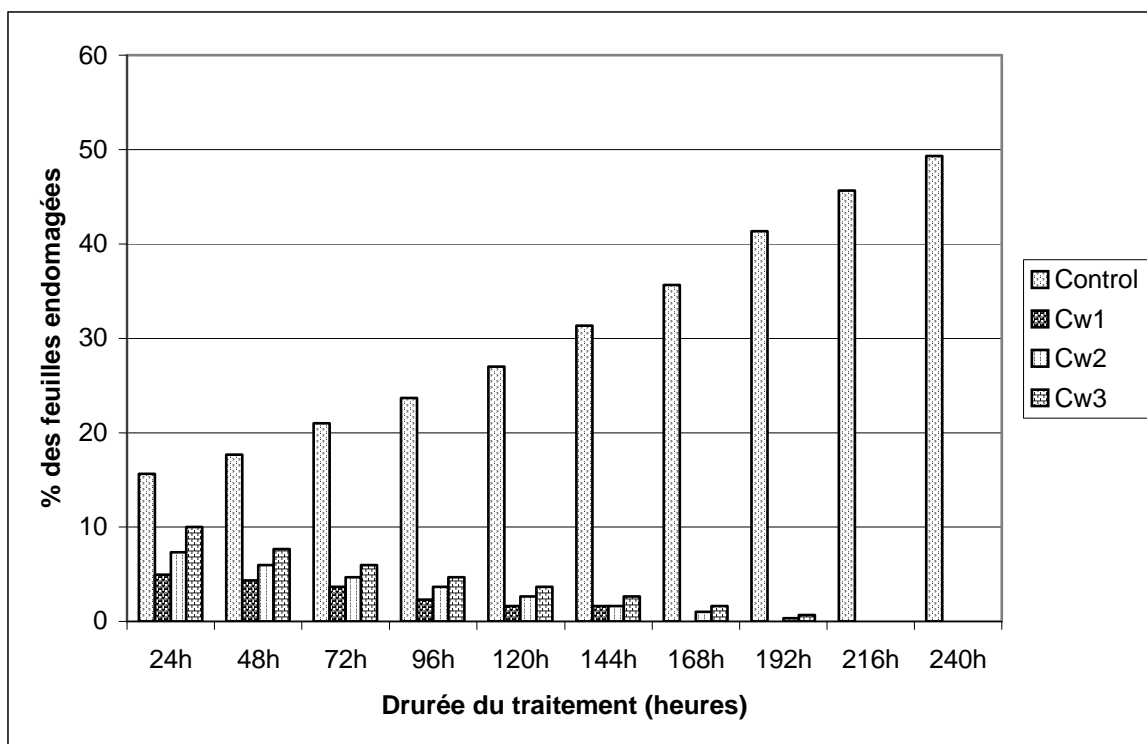


Figure IV.16: Effet des trois concentrations des extraits aqueux des fruits de *Melia azedarach* sur la consommation des larves d'*Ocneridia volxemi*.

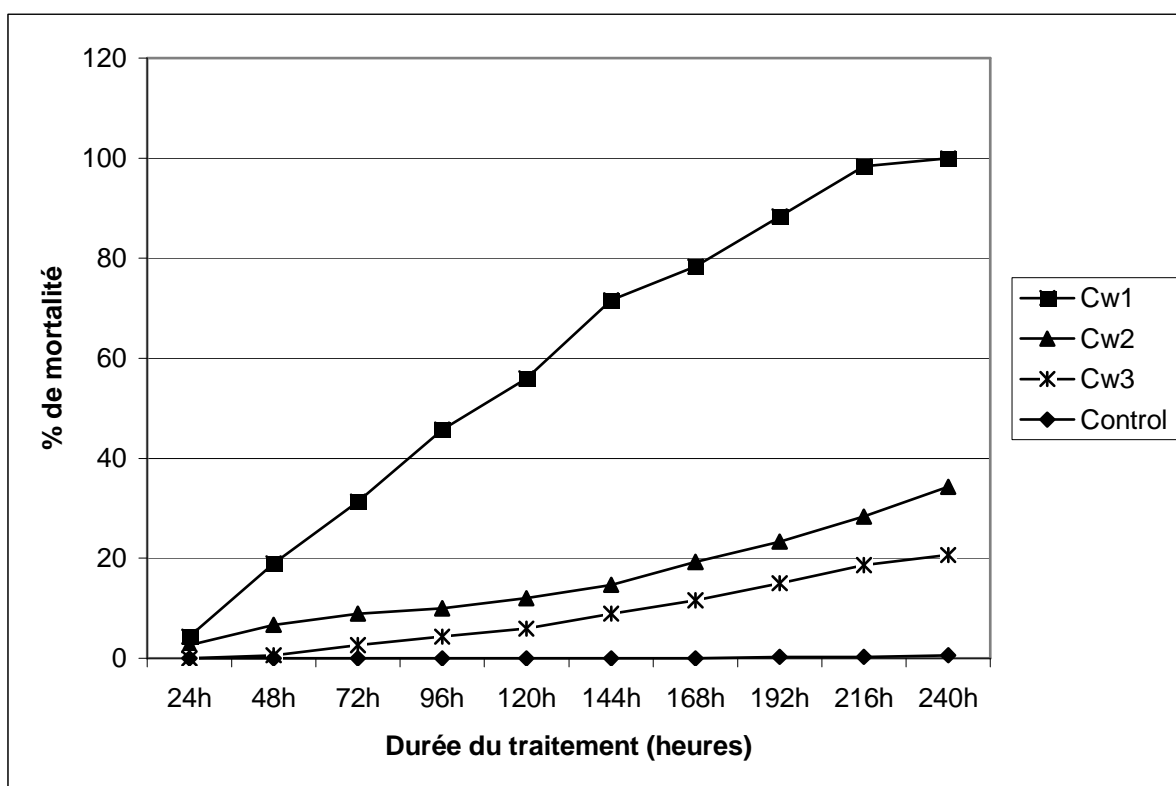


Figure IV.17 : Pourcentage de mortalité cumulé des larves (L5) d'*O. volxemi* traités avec les trois concentrations des extraits aqueux des fruits de *Melia azedarach*.

b. Sur les adultes

- Consommation

Toutes les concentrations à l'extrait aqueux ont réduit significativement la consommation des feuilles traitées en comparaison avec le témoin. Nous n'avons observé aucun dommage sur les feuilles de céréales traitées aux doses de 80g/l et 50g/l après 144 heures et 168 heures de traitement (cf. Fig. IV.14)

- Mortalité

Les taux de mortalité cumulés observés chez les adultes traités aux deux doses de l'extrait aqueux des fruits de *M. azedarach*, (cf. Fig. IV.15 et Annexe 12) ont révélé aussi qu'avec les doses de 80g/l et 50g/l, on peut avoir une mortalité de plus de 50 % des adultes d' *O. volxemi* après 264 heures et 288 heures de traitement. Le TL₅₀ est obtenu à la 240 heure et à la 264 heure de traitement respectivement pour les doses de 80g/l et 50g/l.

2.7.1.3. Effets des extraits aqueux des feuilles d'*Eucalyptus globulus* Labill

- Sur la consommation des larves L5

Le pourcentage des dégâts observés sur les feuilles de céréales traitées avec les 3 concentrations de l'extrait aqueux des feuilles d'*Eucalyptus globulus* Labill est représenté sur la figure IV.17 et l'annexe IV.15. La consommation chez *O.volxemi* est significativement réduite ($P<0,05$) avec les trois types de concentrations après 96 heures de traitement. La haute réduction de la consommation a été notée après 144 heures et 240 heures de traitement.

- Sur la mortalité des Larves L5

Le taux cumulé de la mortalité aux trois doses (25, 50 et 80 g/l) est rapporté dans figure IV.18 et l'annexe IV.16. La mortalité la plus élevée est observée chez les individus ayant consommés des feuilles qui ont été traitées avec une concentration de 80 g/l et ce quelque soit la durée de traitement. Le taux de mortalité le plus élevé (100%) est obtenu avec la concentration 80 g/l après 240 heures de traitement par rapport au témoin (0,66 % de mortalité). Par ailleurs les analyses statistiques ont montrées que la mortalité est significative ($P<0,05$) avec la concentration 80 g/l après 72 heures de traitement par rapport au témoin. Le TL₅₀ est obtenu entre 216 heures et 240 heures de traitement respectivement pour la dose de 80 g/l.

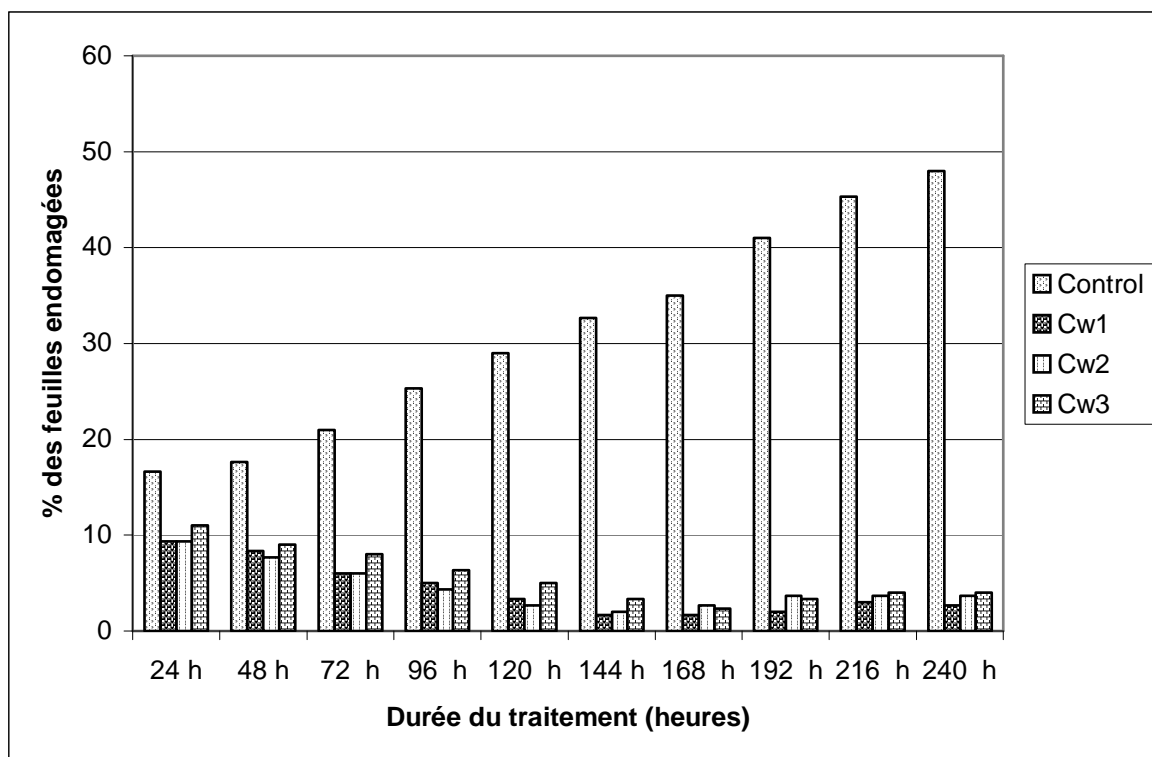


Figure IV.17: Effet cumulé des 3 concentrations des extraits aqueux des feuilles d'*Eucalyptus globulus* sur la consommation des larves d'*Ocneridia volxemi*

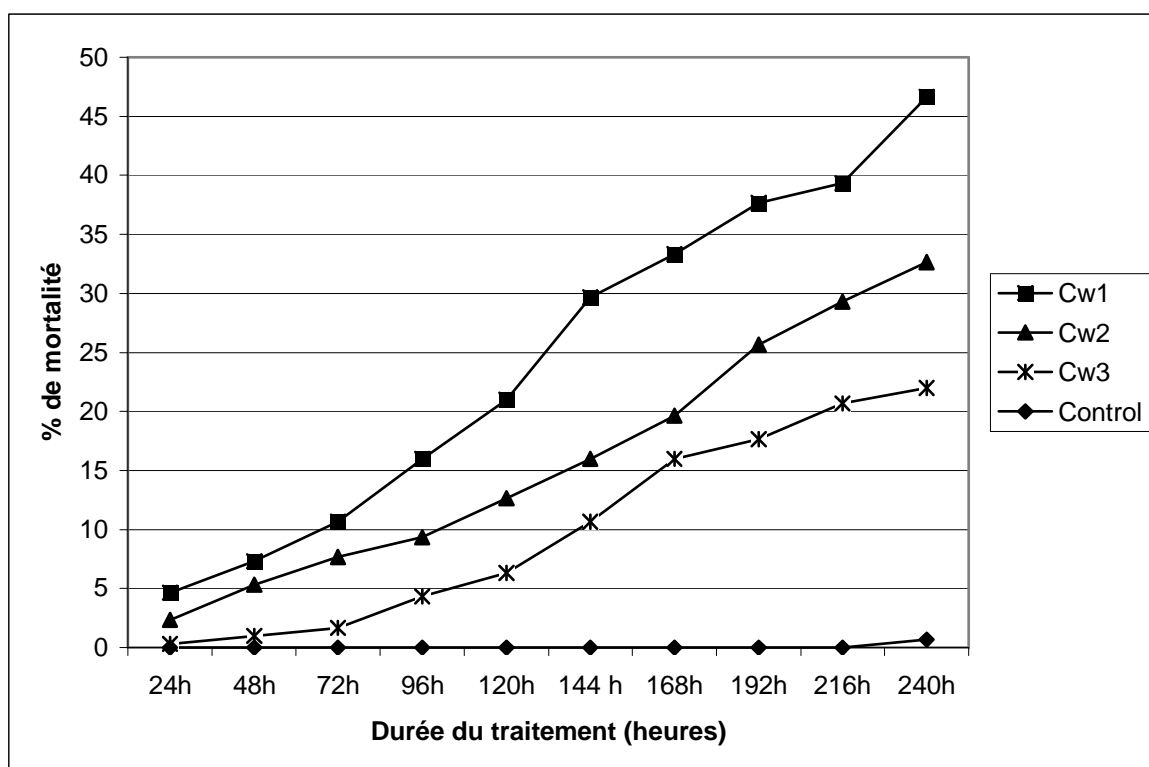


Figure IV. 18 : Pourcentage de mortalité cumulé des larves (L5) d'*O. volxemi* traités avec les 3 concentrations des extraits aqueux des feuilles de *E. globulus*.

2.7.2. Par l'entomophthoral *Beauveria bassiana*

Le but recherché dans cette expérience est de ne pas démontrer le pouvoir insecticide de cet entomophthoral puisque beaucoup d'écrits existent dans ce sens, mais de rechercher la dose, le mode de formulation (aqueux ou huileux) et temporelle, nécessaires pour provoquer la mortalité la plus élevée chez *O. volxemi*.

2.7.2.1. Effets de *Beauveria bassiana* sur les larves (L5) et les adultes

Les résultats concernant le pourcentage de mortalité des larves et des adultes sont représentés respectivement sur les figures IV.19 et IV.20 et aux annexes IV.17 et IV.18. Nous remarquons que les formulations de *B. bassiana* à base d'huile à la dose 2×10^6 conidies par ml d'huile provoquent une mortalité de 100% aussi bien chez les larves que chez les adultes après quatre jours du traitement. Cependant la mortalité chez les larves au premier jour du traitement, varie entre 23 et 95% et chez les adultes entre 13 et 86% selon les doses. L'impact de *B. bassiana* sur la mortalité de la population à *O. volxemi* est très important quand les doses sont élevées et la durée du traitement est prolongée. Il est à signaler qu' à la dose 2×10^6 conidies par ml d'huile, la mortalité est plus élevée chez les larves (95%) que chez les adultes (86%) et ce au premier jour du traitement.

Les concentrations C1(2×10^6) et C2 (5×10^5) provoquent d'une manière significative ($P < 0.05$) la mortalité sur *O. volxemi* en comparaison avec le témoin.

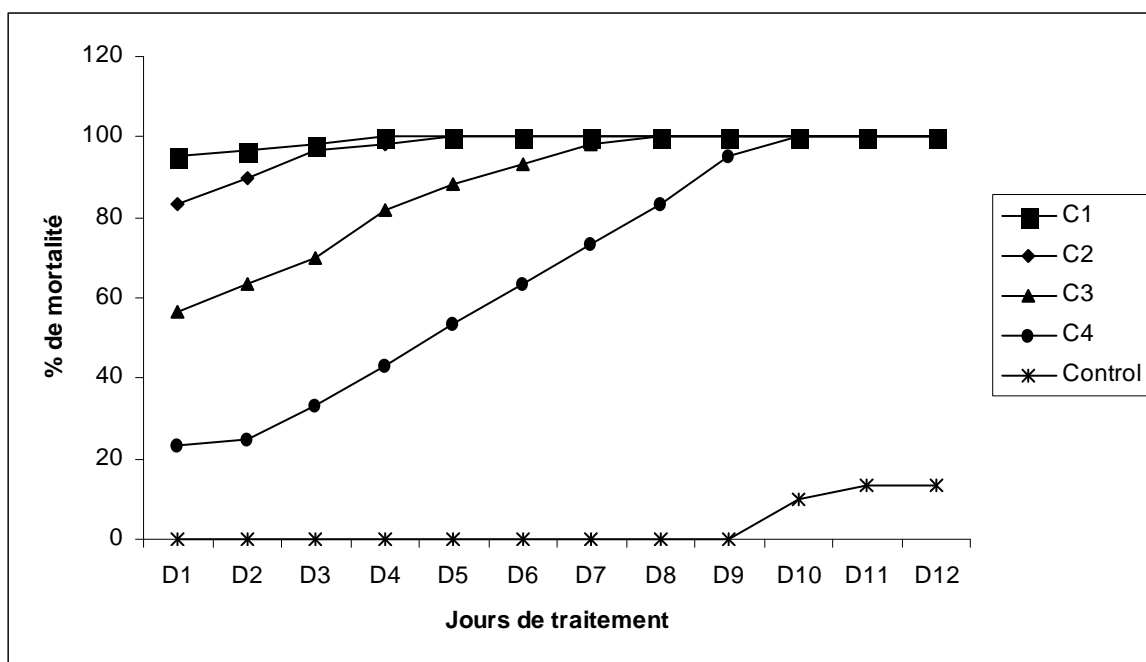


Figure IV.19: Pourcentage moyen de mortalité cumulé des larves d'*Ocneridia volxemi* traitées avec les quatre concentrations de conidies de *B. bassiana* en milieu huileux. (D1: 1^{er} jour de traitement; C1.....C4 les différentes concentrations de *B. bassiana* ...)

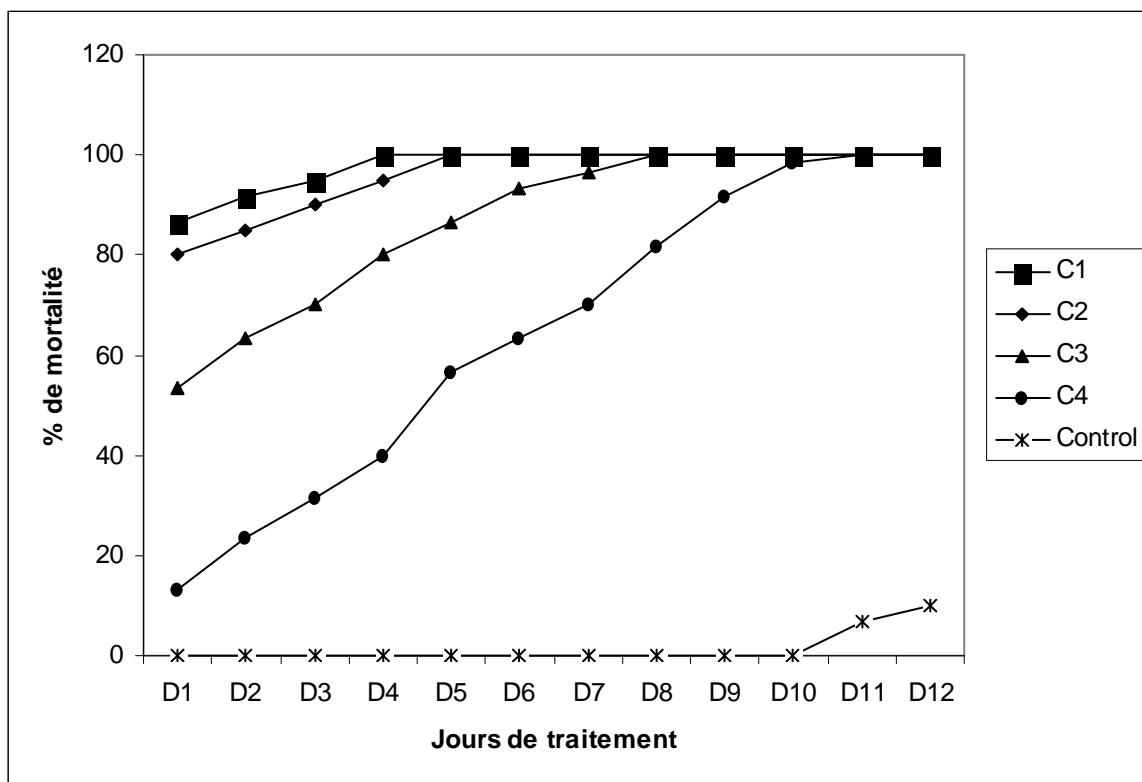


Figure IV.20: Pourcentage moyen de mortalité cumulé des adultes d'*Ocnieridia volxemi* traités avec les quatre concentrations de conidies de *B. bassiana* en milieu huileux. (D1: 1^{er} jour de traitement; C1.....C4 les différentes concentrations de *B. bassiana*)

CHAPITRE V: DISCUSSION

I. LE PEUPEMENT ORTHOPTÉRIQUE

1.1. Inventaire de la faune orthoptérique

Il ressort de cet inventaire que la région de Sétif est riche en espèces orthoptériennes avec la dominance de certaines familles telles que les Acrididae et les Pamphagidae. Nous pouvons ajouter également que le nombre des espèces des orthoptères de la région de Sétif s'approche de 50 si on le cumule avec celui obtenu par Fellaouine (1989) et d'autres études effectuées entre 1994 et 1999 par les étudiants de fin de cycle sous la direction de Bounechada. La consultation de plusieurs travaux portant sur la richesse spécifique des orthoptères en Algérie (Chopard, 1943; Louveaux & Benhalima, 1987; Fellaouine, 1989; Damerdji, 2001) révèle que la liste inventoriée dans la région de Sétif représenterait à l'heure actuelle environ 38 % de la richesse spécifique totale nationale.

L'absence ou l'apparition de nouvelles espèces dans notre liste par rapport à celle de Fellaouine (1989) serait liée à l'influence de certains facteurs climatiques (températures, humidité) et anthropiques (intensification de l'agriculture ou l'abandon des terres).

Damerdji (2001) en faisant une synthèse sur les orthoptères de l'Algérie a également noté la dominance des Caelifères sur les Ensifères où les Acrididae dominent dans le rang des Caelifères et les Tettigoniidae dans celui des Ensifères. Kara *et al.* (2001) en travaillant sur les orthoptères de différentes oasis d'Algérie, rapportent les mêmes observations; cependant certaines espèces comme *O. volxemi*, *D. maroccanus*, *P. pachygaster* et *D. albifrons* sont absentes dans leur liste.

Cette liste systématique sur les orthoptères de la région de Sétif, n'est sûrement pas complète car certains biotopes n'ont pas été exploités (accessibilité très difficile), de même que certaines techniques d'échantillonnage n'ont pas été appliqués.

1. 2. Biologie des orthoptères de la région d'étude

Les résultats sont en accord avec ceux obtenus par Fellaouine (1989). Les conditions climatiques qui règnent dans la région de Sétif (un hiver froid ; un été chaud et sec et une saison sèche longue..) supposent un tel comportement biologique des orthoptères inventoriés. Il s'est traduit par un pourcentage élevé des individus qui passent leur diapause sous l'état embryonnaire. Les œufs ne peuvent pas supporter ces conditions qui leur sont hostiles à leur développement.

Le cycle biologique d'une espèce varie en fonction des conditions écovariationnelles locales. Uvarov (1977) a remarqué que le cycle biologique pour une espèce n'est pas stable. Sa plasticité correspond à une adaptation extrêmement importante dans des régions aux conditions écologiques éminemment variables. Plusieurs exemples dans ce sens peuvent être cités; il suffit pour cela de noter que *Acrotylus patruelis* qui possède une seule génération par an dans la région de Sétif, présente par contre selon Duranton & Lecoq (1980) trois générations par an en Afrique soudanienne (à Saria). Les cycles biologiques sont étroitement dépendants de la durée de la saison hivernale, qui peut varier d'une année à l'autre, en particulier pour les espèces à hibernation embryonnaire. Les pluies, l'élévation progressive de la température, déclenchent la maturation sexuelle et la ponte chez les espèces à diapause imaginale d'une part et la reprise du développement embryonnaire et les éclosions chez les espèces à hibernation embryonnaire et la poursuite du développement larvaire pour les espèces à diapause larvaire d'autre part. Ces mêmes observations ont été rapportées par de nombreux auteurs dont Duranton & Lecoq (1980); Fellaouine, (1989); El Ghadraoui, (2002) ...

Cette étude nous a permis d'une part, de mieux connaître le cycles de ces espèces problématiques et de mettre en évidence l'effet des facteurs écologiques et saisonniers principalement climatiques d'autre part. Notant que les différences écologiques entre les trois stations sont essentiellement d'ordre climatique. La station située dans le nord est relativement aux stations centre et sud, plus humide et plus froide. La quantité d'énergie cumulée par les espèces dans les trois sites augmente du nord au sud. Dans chaque climat, les évènements phénologiques reflètent la façon dont les êtres vivants (végétaux et animaux) exploitent les périodes favorables de développement et de reproduction (Arianoutsou & Mardiris, 1987). Dans la région de Sétif au vu des données climatiques les périodes les plus favorables pour la majorité des orthoptères recensés c'est la fin de l'hiver et la mi saison estivale.

La comparaison des caractéristiques biologiques des orthoptères étudiés nous a permis de dégager les remarques suivantes : que la majorité des espèces étudiées ont un cycle de vie qui se concentre beaucoup plus durant la période printanière et estivale, qu'il y a une légère variation saisonnière, et que le cycle de vie des individus se développant dans les stations sud est plus précoce que celui des individus se développant dans les stations du nord et ce pour la même espèce (*cas d'O. volxemi*) et que le cycle biologique d'une espèce donnée, est beaucoup plus étalé dans le temps dans la zone nord que celui de la zone sud. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que ces orthoptères s'influencent beaucoup des

conditions environnementales (surtout climatiques). En effet nous remarquons d'après les données climatiques précitées que durant l'année 1996, il a beaucoup plu par rapport l'année 1997, alors que les températures sont presque les mêmes pour les deux années donc les précipitations ont beaucoup influé directement et indirectement sur la biologie de ces orthoptères. Les mêmes observations ont été rapportées par divers auteurs sur d'autres orthoptères (Grant, 1989; Hunter, 1996 et Corcket, 2002).

Le décalage des cycles biologiques des orthoptères étudiés entre les stations, s'explique par le fait que l'amplitude thermique augmente du nord vers le sud, ce qui provoque un dessèchement plus rapide de la végétation respectivement dans les stations du sud puis celles du centre et enfin celles du nord. Ce phénomène bioclimatique oblige la majorité des espèces à disparaître à mi-saison estivale et ne réapparaître que vers la fin de l'hiver ou le début du printemps pour la majorité des orthoptères de la région de Sétif.

Nous concluons par dire que le couple précipitation-température gouverne la biologie et le comportement de ces orthoptères. La remarque que nous pouvons dégager de cette étude que la majeure activité de ces espèces se concentre durant la période printano-estivale.

1.3. Ecologie des orthoptères de la région d'étude

La distribution des 36 espèces contactées dans la région d'étude est régit principalement par les facteurs climatiques (précipitation et température) par l'humidité du sol et par la nature de la station et enfin par la structure de la végétation. Ce sont souvent ces facteurs biotiques et abiotiques qui interviennent dans structuration et la dynamique des populations animales. Dajoz (1982), confirme que les facteurs climatiques et édaphiques ont une action indirecte sur les insectes phytophages en intervenant sur la composition physico-chimique du végétal. Ce sont souvent ces descripteurs qui sont retenus par les écologistes dans l'analyse des peuplements ou des populations animales (Chernyakhovskii & Ravina, 1997; Boitier, 2004).

D'après les résultats obtenus nous dirons que les jachères et friches sont les milieux les plus recherchés par les orthoptères de la région de Sétif. Les mêmes constatations ont été soulevées par Fellaouine (1989) et Doumandji *et al.* (1992). Bonnet *et al.* (1997) rapportent que les espèces d'orthoptères, ne se répartissent pas au hasard dans la végétation

La hauteur de la végétation et sa complexité (constitution et couverture) influent sur la répartition spatiale des espèces à l'échelle stationnelle comme nous l'avons constaté en

étudiant les orthoptères de la région de Sétif. Ainsi la végétation haute est peut être choisie également par certains acridiens comme *P. pachygaster* (Fellaouine & Louveaux, 1994) qui au cours de la période d'accouplement certains orthoptères (Phytophiles) utilisent la végétation haute comme perchoir. Au contraire la végétation rase est plutôt recherchée par les orthoptères géophiles qui leur permet de mieux se déplacer dans leur milieu.

Concernant le facteur édaphique la structure et la texture du sol n'ont pas influé sur la répartition des orthoptères de la région d'étude. Le contraire a été rapporté par Grant (1989) et Dajoz (1982) qui pensent que le sol contribue d'une manière direct ou indirect sur la répartition et la biologie et la dynamique des orthoptères.

II. ETUDE DE LA POPULATION A O.VOLXEMI

Rappelant toujours que très peu de littérature a été écrite sur l'espèce *Ocneridia volxemi* hormis celle de Boudegzdame (1980).

2.1. Morphologie

Les données morphologiques obtenues par des études biométriques ayant portées sur plusieurs individus des deux sexes d' *Ocneridia volxemi*, se rapprochent de celles qui ont été rapportées par Chopard (1943). Le dimorphisme sexuel est très prononcé, ce qui nous permet de distinguer facilement les mâles des femelles.

2.2. Biologie

Le développement est continu, l'embryon subit surtout l'influence du facteur hydrique du sol, puis celle du facteur thermique. L'action de ces facteurs se manifeste principalement au printemps, avant l'éclosion. Pendant les périodes d'arrêt de développement (en été et en hiver), l'embryon peut survivre à des conditions thermiques et hydriques extrêmes. L'enveloppe de l'embryon semble protéger les oeufs de la dessiccation surtout en période sèche qui, dans la région de Sétif est plus ou moins longue (5 à 6 mois). Une fonction identique est signalée par Petty (1973) chez *Locustana pardalina* et *D. maroccanus* qui possèdent, comme *O.volxemi*, une très longue diapause embryonnaire.

Aussi nous pensons que l'optimum pluviométrique revêt une importance considérable pour bâtir un système pratique de prévision de pullulation d' *O. volxemi* en partant de données météorologiques. Malheureusement, il manque des données de terrain

pour savoir exactement à quelle étape de développement l'embryon est tué. Il n'existe pas non plus d'indications certaines sur la viabilité des œufs, sur le terrain ou en laboratoire.

Plusieurs paramètres influent sur l'incubation des œufs et de ce fait agissent sur la chronologie (échelonnement) des éclosions : L'échelonnement des éclosions peut se produire pour diverses raisons telles que l' influence de la latitude, l' influence de l'altitude et l'influence des conditions édaphiques (Dajoz,1985).

Il y a très peu de données exactes sur les durées de développement larvaire. On ne dispose que des chiffres de Boudegzdame (1980) sur la durée des stades larvaires. Sinon, la plupart des autres signalisations n'indiquent que des valeurs moyennes de durée de stade, déduites du suivi de la dynamique des populations sur le terrain. D'après Boudegzdame (1980) les larves se développent entre 80 et 110 jours. Les résultats que nous avons obtenus sont proches de ceux de Boudegzdame (1980) dont la durée du développement des larves varie entre 74 et 121 jours.

D'une manière générale, les températures élevées accélèrent le développement des larves, tandis qu'une humidité relative de l'air élevée leur est néfaste. Nous avons constaté que les premiers stades sont les plus vulnérables aux conditions éco-météorologiques défavorables. La grêle est particulièrement fatale aux néonates. Par contre, ni les abaissements de température de courte durée (jusqu'à 2-4° C au-dessous de zéro), ni la couverture de neige, ne provoquent de pertes sensibles au niveau des larves plus âgées. La méthode d'estimation du cycle de vie d' *O. volxemi* en degrés-jours est très intéressante et permet de prédire le stade de développement de l'insecte quel que soit sa localisation. A partir des données obtenues on peut préconiser un modèle de lutte en cas de pullulation.

2.3. Ecologie

Les relevés faunistiques effectuées dans les différentes stations de la région d'étude ont montré qu' *O. volxemi* partage souvent le même biotope voir la même la même niche écologiques avec d'autres espèces d'Orthoptères comme *Dociostaurus maroccanus*, *Calliptamus wattenwyllianus*, les Oedipoda ou encore les espèces du genre Ocnieridia. Les observations et les relevées effectuées sur les trois années successives 1995,1996 et 1997 lors de l'étude du cycle de vie d'*O. volxemi* à différentes époques, montrent une variation densitaire globale plus ou moins irrégulière. Un tel phénomène a été également signalé par Boudegzdame (1980) et Fellaouine (1989), sans que l'on puisse déterminer les causes avec certitude. Dans notre cas, plusieurs causes peuvent être évoquées:

- soit les variations climatiques (pluviométrie et températures) peuvent exercer de façon cyclique et jouant à des périodes sensibles du cycle de développement, ont déjà été remarquées par de nombreux auteurs dont Doumandji *et al.* 1993; Chernyakhovskii & Ravina 1997),

- soit l'évolution de la structure de la végétation soit d'une manière naturelle comme le souligne Fellaouine (1989),

- soit à cause d'une pression anthropique exercée sur la population (trop de prélèvement sur la population).

Nous pensons que l'évolution de cette densité sur plusieurs stations nous aura permis d'étudier les diversités entre les différents milieux et de cerner très bien les causes des variations densitaire.

Les déplacements des adultes d' *Ocneridia volxemi* sont de faible amplitude. Lecoq (1974) en étudiant les déplacements intra-stationnels d'une population de *Locusta migratoria capito* en phase solitaire, a montré également un sédentarisme des imagos lié à des déplacements de faible amplitude et n'excédant pas les quelques mètres par jour. Baldwin *et al.* (1958) établissent une moyenne très voisine (1,30 m/jour). Il est à noter que les déplacements sont fonction de la structure de la végétation. Nous ne devons pas négliger les grands déplacements provoqués par les moutons (pâturage) qui sont à l'origine des échanges entre un milieu et un autre milieu. Etant donnée, l'importance que peuvent revêtir de tels échanges sur les pertes agricoles, il sera important d'envisager une étude particulière sur de tels phénomènes mettant en évidence surtout la résistance musculaire des individus.

L'année 1996 a été marquée par une densité larvaire d' *Ocneridia volxemi* élevée par rapport à celle des autres années d'étude, mais sans conséquence sur l'agriculture. Comme l'a signalé Dreux (1972), la pullulation correspond le plus souvent comme chez le plus part de orthoptères à une saison sèche suivie d'une saison pluvieuse. Gillon (1996) a remarqué que les pullulations des sautériaux dans les régions steppiques et semi-désertiques commencent après les périodes de sécheresse. Launois (1996) et Popov (1996) en étudiant respectivement les causes de pullulation de *Stirpha robusta* au Brésil et *Oedalus senegalensis* et *Locusta migratoria migratorioides* dans les pays du sahel, ont montré que la sécheresse et les activités anthropiques (pastoralisme, agricoles...) ont un effet sur l'effectif de ces insectes. Alleguede (1947) in Louveaux *et al.* (1988) et Louveaux *et al.* (1986) en étudiant les causes de pullulation du criquet italien *Calliptamus italicus*

dans la région des Charentes (France) ont remarqué que cet acridien se multiplie durant les années à printemps et été chauds et secs; Louveaux *et al.* (1988) rajoutent que cet orthoptère comme il est univoltine, il faudrait plusieurs années successives de sécheresse pour qu'il pullule. Il est à noter que cette pullulation d' *O.volxemi* n'a laissé que peu de traces puisque aucun avertissement agricole n'a été signalé au cours de cette année.

Malgré cette étude le phénomène de pullulation n'est pas encore très clair, car nous pensons qu'il faudrait tenir compte de plusieurs critères à la fois comme l'ont souligné Louveaux *et al.* (1986).

2.4. Régime alimentaire

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 & Rodriguez, 1987). La plupart de ces composés proviennent de la nourriture mais certains peuvent être synthétisés par l'insecte. La plante hôte, comme source de nourriture, joue un rôle déterminant dans la dynamique des populations avec ses composantes nutritives (protéines, acides aminés, glucides, lipides, vitamines, minéraux, eau, etc.) et ses composantes non-nutritionnelles (composés allélochimiques) (phénols, polyphénols, monoterpènes, glucosinolates, alcaloïdes, etc.) (Ohgushi, 1992). Il est donc important de bien connaître les besoins alimentaires et l'utilisation de la nourriture par l'insecte afin de mieux comprendre son interaction avec l'écosystème et ainsi être plus apte à contrôler ses populations par l'intervention directe et/ou indirecte lorsque celui-ci entre en conflit avec nos intérêts économiques.

Au vu de la fréquence des espèces végétales dans les fèces d' *Ocneridia volxemi* qu'il s'agit d'une espèce à régime polyphage avec des préférences pour les Poacées. Chaouch & Chara (2001), en étudiant le régime alimentaire de *D. maroccanus* en phase solitaire ont montré que cette espèce utilise dans son spectre alimentaire plus de 57 % de graminées et le reste c'est des dicotylédones. Les résultats obtenus montrent que comme *D. maroccanus*, *O.volxemi* est donc une espèce polyphage mais au regard comparatif *D. maroccanus* est plus dangereuse sur les céréales que *O. volxemi*. Cette dernière, a cependant un spectre trophique préférable pour les Poacées puisque toutes les espèces présentes dans le biotope ont été consommées par l'insecte. Certaines espèces végétales n'ont pas été consommées et ce malgré leur taux de recouvrement parfois élevé: il s'agit principalement de *Malva silvestris*, *Papaver rhoas*, *Sinapis alba*, *Sinapis arvensis*, *rapistrum rugosum* et *Reseda alba*.

Les résultats obtenus concordent avec ceux obtenues par d'autres orthoptères tels que *Locusta migratoria capito* (Launois-luang, 1975), *Calliptamus barbarus* et *Calliptamus wattenwylanus* (Chara, 1987). Sur les 25 espèces végétales qui ont été consommées par les larves, neuf sont des Poacées ce qui représente 36 % du spectre alimentaire. Les Dicotylédones interviennent quand à elles pour 64 %. Les Poacées les plus palatables sont : *Aegilops triuncialis*, *Lolium multiflorum*, *Lolium rigidum*, *Avena sterilis* et *Avena clauda*. Pour ce qui des dicotylédones les espèces les plus consommées sont *Plantago lagopus*, *Echinops spinosus*, *Medicago hispida* et *Bunium incrasatum*.

L'augmentation du nombre des espèces végétales consommées par l'insecte au fil des sorties serait dues que la majorité des espèces en ces moment sont en pleine maturité et sont très recherchées par les orthoptères (Le Gall, 1989).

Cette différence attribuée aux femelles (adultes) est due probablement selon Doumandji-Mitiche & Doumandji (1994), au fait que les besoins physiologiques des femelles telle que la vitellogénèse nécessitent des apports nutritifs plus importants par rapport aux mâles.

En tenant compte de la fréquence relative de toutes espèces qui ont été consommées par *O. volxemi* au cours de son développement, nous pouvons rapporter que cette espèce a une préférence pour les Poacées puisque nous avons trouvé que cette famille représente 72,5 % du régime alimentaire de cet insecte. Ce choix ou la sélectivité alimentaire serait du selon Le Gall & Gillon, (1989), que ces plantes sont plus nombreuses dans la niche trophique, ou renferment des phagostimulants et absence de phagorépulsifs, Chapmann, (1970) in Simpson *et al.* (1991) que les palpes maxillaires sont bien connus dans leur intervention dans le choix des végétaux chez de nombreux orthoptères par ailleurs *O. volxemi* a des préférences relativement indépendantes de la représentation des plantes sur le terrain dans les fèces. Les besoins physiologiques en relation avec la mue et la vitellogénèse font que l'insecte change et diversifie son régime alimentaire (Launois-luang, 1976) d'où 27,5% des autres familles végétales, représentent l'autre partie du régime alimentaire. Ce type de compensation alimentaire est largement répandu les insectes. Il a été observé chez *Locusta migratoria* qui régule son apport en protéines et carbohydrates pendant la phase de croissance somatique en sélectionnant ses aliments (Simpson *et al.* 1991). *Blatella germanica* requiert une nourriture riche en azote au moment de la reproduction et investit jusqu'à 26 % de son azote corporel dans ses oothèques (Slansky et Rodriguez, 1987). Benhalima *et al.* (1984) ont montré que le criquet marocain élargit

également son choix alimentaire. Ceci pourrait justifier les déplacements d' *O. volxemi* observé dans la station d'étude. La légère différence dans le régime alimentaire observée entre les deux sexes est due au fait que la femelle est plus grande que le mâle et qu'elle est responsable de l'oviposition (Fellaouine & Louveaux, 1993).

Dans la plupart des cas les orthoptères consomment les végétaux qui se trouvent dans leur niche trophique (Benhalima, 1983; Le Gall & Gillon, 1989); mais dès que les plantes préférées par l'insecte apparaissent, l'insecte ne consomme plus certaines plantes mais oriente son régime alimentaire sur ses plantes préférées (Bernays & Bright, 1992).

En conclusion l'étude de ce paramètre nous a permis de connaître le régime alimentaire d'*Ocneridia volxemi*, les espèces végétales les plus palatables et les espèces qui n'ont pas été consommées ce sont ces dernières qui seraient très intéressantes de les étudier afin de les tester (extraits) dans la lutte contre ce fléau de l'agriculture

2.5. La consommation

Ces irrégularités dans la consommation seraient dues au comportement alimentaire et aux aspects physiologiques où lors de la mue les individus cessent leur activité alimentaire et ne la reprennent qu'un jour après. En effet les besoins nutritionnels d'un insecte changent avec le temps selon les besoins pour la croissance, la reproduction, la diapause. En général, le besoin en azote des jeunes stades larvaires est plus élevé que celui des larves plus âgées. Stockhoff (1993) in Kumbasli (2005) a démontré que le lépidoptère *Lymantria dispar* modifiait son choix alimentaire en faveur des lipides vers la fin de sa période larvaire.

Les résultats que nous avons obtenus sont en accord avec ceux de Delvi & Pandian (1972), qui ont montré une diminution du taux de consommation en fonction de l'augmentation du poids chez un autre orthoptère qui est *Poecilocrus pictus*.

Malgré cette recherche, l'étude de la relation entre l'insecte et son hôte (plante) à l'aide des paramètres biologiques généraux (le temps de développement, le poids, la survie) est parfois insuffisante pour appréhender le phénomène. Pour comprendre le sens de ces résultats, il faut connaître ce qui se passe durant le processus d'alimentation de l'insecte et cela au cours des différents stades de son développement. Les indices nutritionnels élaborés par Waldbauer (1968) et Montgomery (1983) in Kumbasli (2005) permettent d'une part de comprendre de quelle façon les nutriments sont utilisés par l'insecte et d'autre part de détecter quelle phase du processus alimentaire est affectée lorsque l'insecte est confronté à un problème alimentaire. Il serait nécessaire dans une telle

étude de faire appel aux indices nutritionnels, car ils permettent de mieux comprendre les phénomènes impliqués entre l'intrant (la nourriture) et l'extrait (les performances de l'insecte : le temps de développement, le poids, et la survie).

2.6. Lutte biologique

*** Par les extraits des végétaux**

Les extraits de *Melia. azedarach* ont été plus efficaces sur la prise de nourriture et la mortalité celles d' *Eucalyptus globulus*. Krauss et Cramer (1981) in Nardo *et al.* (1997) dans leurs travaux en laboratoire en étudiant la famille des Meliaceae ont eu pour conséquence l'isolement de très nombreux Limonoïdes qui se caractérisent par des propriétés anti-appétantes et insecticides. Les extraits huileux des fruits de *M. azedarach* se sont révélés plus performant par rapport aux extraits aqueux. La matière active (Azedarachtine) présente dans la poudre se dilue lentement dans l'eau par rapport à l'huile ou ce composé diffuse rapidement. Cependant l'efficacité de l'extrait aqueux augmente avec le temps. Les extraits aqueux et huileux ont le même effet physiologique sur les larves et les adultes *Ocneridia volxemi*. L'observation de la diminution de la consommation chez les adultes témoins serait due à l'usure des mandibules au fil du temps. Les mêmes observations ont été rapportées sur l'efficacité des extraits de cette plante sur les insectes (Alessandro & Stella, 1993; Senthil-Nathan & Sehoon, 2006), mais les résultats que nous avons obtenus avec les extraits des fruits sont différents de ceux que Ould El Hadj *et al.* (2006) ont obtenu avec les feuilles de *M. azedarach*. Ces différences sont à mettre en relation avec la nature des composés actifs du groupe des Tétranortriterpénoïdes: Azedarachtine et Toosendanine (Morgan & Thornton, 1973; Nakatani *et al.* 1995). Celle-ci varie en fonction du cycle du végétal avec des méthodes d'extractions et des parties différentes du végétal. Le Gall, (1989) signale que la présence seule des composés n'est pas le seul déterminant dans la non consommation mais dépend de leurs concentrations dans la plante à différents stades de son développement. Par ailleurs, les extraits se sont avérés plus efficaces sur les larves que sur les adultes. Le calcul du TL_{50} nous a renseigné sur l'importance de l'effet des deux extraits testés dans le temps et a varié en fonction du stade et l'extrait. Les résultats que nous avons obtenus sont encourageants par conséquent les extraits de ces deux plantes peuvent être utilisés pour le contrôle de cet insecte nuisible dans la région de Sétif, en plus ces deux arbres se développent naturellement dans la région d'étude. Il reste à tester les extraits de ces plantes sur le terrain où se développe cet orthoptère, car plusieurs travaux ont rapporté l'effet des conditions climatiques sur la survie et l'efficacité de extraits des végétaux sur les insectes.

*** Par l'entomophtoral *Beauveria bassiana***

L'analyse de la mortalité montre que l'activité pathogène de *Beauveria bassiana* suit l'évolution des doses et diffères avec le stade de développement de l'insecte ainsi qu'avec le mode de dilution des spores; les spores diluées en présence d'huile sont plus efficaces sur la mortalité d'*Ocneridia volxemi*.

Notons que les résultats que nous avons enregistrés sont similaires à ceux obtenus par Bissaad (1998) qui en étudiant l'efficacité du même champignon sur *S. gregaria* obtenu une mortalité de 100 % au bout de 120 heures de traitement à la dose $8,6 \times 10^5$ spores/ml et Haddadj et al. (2001) qui ont utilisé des formulations aqueuses de *B. bassiana* sur les larves et les adultes de *Schistocerca gregaria*. Doumandji-Mitiche et al. (1997) ont obtenu des mortalités de 100 % sur les adultes de *Schistocerca gregaria* au 5^{ème} jour de traitement qui avoisine les 10^5 spores/ml. Benssad, (1998) a obtenu la mortalité la plus élevée sur les larves et les adultes de *Locusta migratoria* avec la dose de 10^6 conidies/ml d'eau au 3^{ème} et 4^{ème} jour du traitement.

A partir de ces résultats on peut conclure que l'entomophtoral *B. bassiana* testé dans cette étude présente des propriétés insecticides dont l'efficacité varie en fonction de la dose des spores, du stade de développement et de la méthode utilisée.

CONCLUSION GENERALE

Ce travail a eu pour cadre les hautes plaines sétifiennes et a été réalisé sur cinq années successives de 1994 à 1999. Sur les 800 relevés faunistiques (fiche de relevé zooécologique) qui ont été réalisés selon un plan d'échantillonnage stratifié en fonction des facteurs agro-écologiques et l'application de plusieurs techniques d'échantillonnages, nous a permis de recenser 36 espèces d'orthoptères réparties sur deux sous-ordres, les Ensifères et les Caelifères, 5 familles et 21 genres. Les Caelifères sont représentées par 30 espèces. Les localités situées dans la zone méridionale sont les plus riches en espèces.

Le traitement statistique des données obtenues par le calcul des indices écologiques montre que *Ocneridia volxemi*, *Dociostaurus maroccanus*, *Praephippiger pachygaster*, *Calliptamus wattenwyllianus* et *Decticus albifrons* sont les espèces les plus fréquentes et ce sont ces espèces qui sont les plus nuisibles aux cultures dans la région d'étude.

Le suivi du cycle phénologique sur le terrain durant la période d'étude, nous a permis de classer les espèces recensées selon la diversité de leur cycle de vie, en quatre groupes. Les espèces dont la diapause se fait à l'état embryonnaire sont majoritaires.

L'utilisation de l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C) et une classification ascendante hiérarchique (C.H.A) ont permis de dégager les facteurs écologiques discriminant pour la structuration du peuplement et de cerner les principales exigences écologiques des espèces présentes sur l'aire étudiée et de regrouper les espèces à tendance écologique similaire. L'A.F.C a permis de dégager trois tendances écologiques, les espèces xérophiles et thermophiles (majoritaires), les mésoxérophiles et mésothermophiles, enfin les mésohygrophiles et thermotopes à mésothermophiles.

Concernant l'étude de la population à *Ocneridia volxemi*, par des mesures biométriques, nous avons noté qu'*O.volxemi* passe par cinq stades larvaires, que le dimorphisme sexuel est très marqué, les femelles sont plus grandes que les mâles. L'utilisation des indices morphométriques, le fémur et le pronotum s'est révélée très efficace pour la détermination des stades larvaires. Ces types de mesures sont considérés comme des références caractérisant le développement post-embryonnaire de chacun des deux sexes de l'espèce considérée et en même temps de déterminer avec certitude le stade larvaire d'un individu pris au hasard dans une population.

Le développement d'*Ocneridia volxemi* s'effectue en cinq stades larvaires pour les deux sexes. Le dimorphisme sexuel est très marqué, les femelles sont plus grandes que les mâles.

L'étude du cycle phénologique dans différentes localités de la région de Sétif a montré que les premiers stades larvaires sont présents dès la fin de l'hiver, que le développement des premiers stades larvaires est très lent, que la durée du développement larvaire représente environ 70 % de la durée totale de la du cycle de vie. La vie épigée dure entre 5 mois et 6 mois et demi. Toutes les phases de développement d'*Ocneridia volxemi* ne possèdent pas la même aptitude à subir l'influence des facteurs éco-environnementaux.

La durée de la vie épigée d'*O. volxemi* dure en moyenne respectivement pour la zone sud, centrale et septentrionale 92 jours, 105 jours et 115 jours. La quantité totale d'énergie cumulée pour la durée total cycle de la vie épigée quelque soit la zone où se développe l'espèce nécessite au moins 1700 degré-jours dans la région des hautes plaines sétifiennes.

L'étude de l'effectif de la population imaginale mâle et femelle avec la méthode de Jolly basée sur le principe de Lincoln (technique de capture-recapture) et la technique du prélèvement au cadre, ont montré leur efficacité dans les études des populations animales. Cependant la méthode de Jolly permet d'avoir une idée sur les natalités et les mortalités des individus dans une population donnée. Nous avons également noté que les effectifs des deux sexes varient en fonction des sorties. Ils seraient liés surtout aux variations climatiques notamment les températures et la pluviométrie.

Les déplacements des adultes d'*Ocneridia volxemi* sont de faible amplitude et n'excèdent que quelques mètres par jour. Il est à noter que l'espèce étant aptère les déplacements se font par des petits sauts le plus souvent orienté. Compte tenu de ces faibles amplitudes de déplacement chez les deux sexes, les possibilités d'extension de la population d' *Ocneridia volxemi* à d'autres milieux sont relativement limitées.

Le suivi le cycle biologique d'*Ocneridia volxemi* sur trois années successives 95, 96, 97, nous n'avons noté qu'une seule année de "pullulation". Elle correspond à l'année 1996, cette année a été marquée par une pluviométrie importante durant la période mars-avril- mai et des températures favorables aux individus de la population, par rapport aux autres années. Les individus de la population à *O.volxemi* ont profité de ces conditions

écologiques (climatiques et végétation) pour pulluler mais sans conséquences sur les cultures.

Pour l'étude du régime alimentaire, l'analyse des egesta révèle que la population à *O. volxemi* a utilisé pour son alimentation 28 espèces végétales parmi les 36 présentes dans le milieu d'étude. Les Poacées interviennent pour 32,14 % dans le régime alimentaire contre 67,86 % pour les Dicotylédones. *O.volxemi* est considérée comme espèce polyphage. Le nombre d'espèces végétales consommées par les larves est de 25 et celui des adultes est de 28. Le nombre d'espèces végétales consommées augmente avec l'âge des individus et est différent selon le sexe. Le régime alimentaire des jeunes larves (stades 2 et 3) est essentiellement composé de Poacées, pour se diversifier plus pour les stades larvaires avancées (L4 et L5). Le spectre et les préférences alimentaires sont légèrement différents pour les deux sexes notamment pendant la période imaginale, que le régime alimentaire des jeunes individus diffère des individus adultes, que les larves expriment une tendance vers les Graminées et que les imagos préfèrent les Dicotylédones.

Il ressort d'après cette étude que les larves et les adultes font un choix parmi les espèces végétales présentes dans leurs milieux et ce choix n'est pas proportionnel au degré de recouvrement des espèces végétales sur le terrain. Il faut noter également que certaines n'ont pas été consommées par *O. volxemi* malgré leur taux de représentativité élevé sur le terrain. En comparant le régime alimentaire des deux sexes, nous avons noté une légère différence dans la consommation entre les mâles et les femelles. Cette différence observée au profit des femelles serait liée à des besoins physiologiques plus importants par rapport aux mâles.

La part soustraite à la production primaire par *Ocneridia volxemi* a montré que la consommation d'*Ocneridia volxemi* est irrégulière. Celle-ci est expliquée par des variations naturelles d'hygrométrie et de température. L'analyse de la consommation montre que la quantité de nourriture ingérée varie en fonction de l'âge et du sexe de l'individu. Nous avons remarqué que la consommation au stade 5 est presque semblable dans les deux sexes. Elle est de plus très importante du stade 3 au stade 5, puisque les individus mangent une quantité de nourriture équivalente à presque la moitié de leur poids (probablement aux facteurs climatiques plus favorables). La consommation des mâles commence à décroître à partir du stade 5, alors que chez les femelles elle continue à croître. La tendance à consommer de moins en moins s'accroît nettement à l'état adulte.

Les résultats obtenus par des essais de lutte pour le contrôle d'*Ocneridia volxemi* par l'utilisation des extraits des plantes suggèrent une action anti-appétante et insecticide possible des extraits de plantes: *Melia azedarach* et *Eucalyptus globulus*. En effet, toutes les concentrations des extraits de plantes de *M. azedarach* et d' *E. globulus* réduisent la consommation alimentaire et provoquent la mortalité aussi bien chez les larves que chez les adultes (cas des extraits de *Melia azedarach*). Cependant, les feuilles de céréales traitées aux extraits des fruits de *Melia azedarach* se sont révélées plus efficaces par rapport aux extraits des feuilles d' *E. globulus*. Les doses élevées des extraits des deux plantes affectent plus rapidement la consommation et la mortalité des individus d' *Ocneridia volxemi*.

Les formulations de *Beauveria bassiana* à base d'huile à la dose 2×10^6 conidies par ml d'huile provoquent une mortalité de 100 % aussi bien chez les larves que chez les adultes après 4 jours du traitement. Cependant la mortalité chez les larves au premier jour du traitement, varie entre 23 et 95 % et chez les adultes entre 13 et 86 % selon les doses. L'impact de *B. bassiana* sur la mortalité de la population à *O. volxemi* est très important quand les doses sont élevées et la durée du traitement est prolongée. Il est à signaler qu' à la dose 2×10^6 conidies par ml d'huile, la mortalité est plus élevée chez les larves (95%) que chez les adultes (86 %) et ce au premier jour du traitement. Les préparations de l'entomophthoral *B. bassiana* en milieux huileux sont très efficaces sur la mortalité des populations d' *O. volxemi* par rapport aux formulations aqueuses.

Cette étude révèle enfin l'intérêt considérable des recherches bioécologiques sur la faune orthoptérienne régionale (Hautes plaines sétifiennes), elle nous a permis également à travers l'application de plusieurs méthodes de mieux connaître, l'écologie et la biologie du peuplement d'orthoptères et de la population à *Ocneridia volxemi*. Notant enfin que les essais de lutte biologique entrepris vis-à-vis d'insectes problématiques, constituent un avenir prometteur pour notre pays.

Perspectives

Sur le plan taxonomique, il reste encore énormément d'aspects et de biotopes qui n'ont pas été exploitées et explorées, c'est pourquoi nous suggérons d'élargir ces recherches à d'autres milieux et à la faune orthoptérologique d'une manière générale. Il est souhaitable de faire appel à d'autres indices écologiques pour mieux comprendre la composition et la structure des peuplements animaux. Il serait également intéressant d'étudier les facteurs influencent la réponse des espèces orthoptériennes à l'intensification de l'agriculture ou l'abandon des terres ?

Concernant la population à *O. volxemi* beaucoup de recherches restent à entreprendre surtout celles qui se rapportent à l'impact des facteurs environnementaux sur le développement embryonnaire puisque nous ne disposons d'aucune donnée sur cet aspect tant important dans les études sur la dynamique de population.

Egalement d'avantage de recherche est nécessaire pour des études sur les constituants bioactives, aussi bien que sur la reproductibilité, le dosage, le régime d'application, la toxicité, et l'efficacité d'autres plantes insecticides de la région d'étude et d'élargir leurs applications contre d'autres espèces d'insectes économiquement importants. A côté de ces méthodes de lutte nous suggérons aussi de rechercher les ennemis naturels qui peuvent contrôler la population à *O. volxemi*

A travers ces résultats, nous pouvons dire que la lutte biologique aux extraits de plantes et l'utilisation des entomophthoraux est possible et est rentable dans nos pays en voie de développement, cependant des études sur le terrain sont indispensables pour confirmer ces résultats.

En augmentant l'allocation des faibles ressources disponibles pour les recherches faunistiques (invertébrés et vertébrés), les données de ce travail et d'autres recherches pourraient permettre des progrès dans les connaissances sur la bioécologie des orthoptères de l'Algérie. S'il y a un domaine dans lequel de grands progrès restent à faire, il s'agit bien celui de la persuasion des responsables politiques et scientifiques sur l'importance des recherches biologiques et écologiques et surtout celles consacrés aux orthoptères nuisibles.

Pour conclure, nous voudrions insister sur l'importance des échanges interdisciplinaires pour faciliter la diffusion de tels méthodes et résultats dans toutes les disciplines susceptibles de les utiliser (Agronomie, Ecologie, Biologie, Chimie, phytiairie..). La réussite de ces échanges implique le développement d'un dialogue approfondi entre chaque interlocuteur concerné afin d'établir, une véritable collaboration scientifique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABBASSI K., MERGAOUI L., ATAY-KADIRI Z., GHAOUT S. et STAMBOULI A., 2005-** Activités biologiques des feuilles de *Peganum harmala* (Zygophyllaceae) en floraison sur la mortalité et l'activité génésique chez le criquet pèlerin. *Zool.baetica*, 16: 31–46.
- ABBOT W.S., 1925-** A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ.Ent.*, 18: 265-267.
- AIOUAZ M. et BOUFERSAOUI A., 1973-** Cycle biologique et croissance morphométrique de *Pamphagus elephas* (L). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 64. Fasc. 1 et 2: 39-50.
- ALESSANDRO B. et STELLA C., 1993-** The use *Melia azedarach* L. extracts in order to control sage leafhoppers in open ground. *Acta-Horticulturae Wageningen*, 331: 287-291.
- ALLEN J.C., 1976-** Modified sine wave method for calculating degree-days. *Environnemental Entomology*, 5: 388-386.
- ANONYME 1981-** Carte bioclimatique de l'Algérie du Nord. Centre algérien de Recherches et d'Expérimentations Forestières.
- BAGNOULS F. et GAUSSEN H. 1953-** Saison sèche et indice xérothermique. Doc. Carte.
- BAKER J.T. et REDDY V.R., 2001-** Temperature effects on phenological development and yield of muskmelon. *Ann. Bot.*, 87: 605-613.
- BALDWIN W.F., RIORDAN D.F. et SMITH R.W., 1958-** Note on the dispersal of radio active grasshoppers. *Can. Ent.*, 90: 374-376.
- BALDY C., 1986-** Comportement des blés dans les climats méditerranéens. *Ecol. Médit.*, XII: 3-4.
- BANCHIO E., VALLADARES G., DEFAGO M., PALACIOS S. et CAPINELLA C., 2003-** Effects of *Melia azedarach* (Meliaceae) fruit extracts on the leafminer *Liriomyza huldobrensis* (Diptera, Agromyzidae): Assessment in laboratory and field experiments. *Ann. Appl. Biol.*, 133: 187-93.
- BENCHEIKH H., 2004-** Contribution à l'étude de la composition chimique, de l'activité antimicrobienne et de la cytotoxicité des huiles essentielles de *Thymus fontanesii* Boiss et Reut. et *Foeniculum vulgare* Miller. Thèse Magister., Univ. Sétif, 87 p.
- BENFEKIH L., DOUMANDJI S.E. et DOUMANDJI-MITICHE B., 2002-** Identification morphométrique et biométrique des adultes de *Dociostaurus maroccanus* (Orthoptera, Acrididae) en 1991-1992 dans le sud de Ain Boucif (Médéa Algérie). *Comm. IV journée Acridologie*, I.N.A., El-Harrach, 04 mars.

- BENHALIMA T., 1983-** *Etude expérimentale de la niche trophique de Dociostaurus maroccanus (Thunberg, 1815) en phase solitaire au Maroc.* Thèse Docteur-Ing., Univ., Paris sud, 178 p.
- BENHALIMA T., GILLON Y. et LOUVEAUX A., 1984-** Utilisation des ressources trophiques par *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815), (Orthoptera, Acrididae). Choix des espèces en fonction de la valeur nutritive. *Acta Oecologia. Gener.*, 5: 383-406.
- BENIA F., 1993-** *Contribution à l'étude du cycle biologique dans la nature de Pamphagus elephas et à l'analyse de quelques hydrocarbures cuticulaires chez les Acridiens : Pamphagus elephas L et Pamphagus marmoratus Burm (Insectes, Orthoptères).* Thèse Magister. E.N.S, Kouba, 183 p.
- BENIA F., BOUNECHADA M. et KHELIL M.A., 2005 -** Les agents biotiques antagonistes du chêne vert (*Quercus ilex* L.) dans la région de Sétif (Nord-est algérien). *IOBC/WPRS Bull.* Vol. 28, 8: 29-34.
- BENKHELIL T., 1991-** *Contribution à l'étude bioécologique des coléoptères du massif des Babors.* Thèse Magister, Université Sétif, 188 p.
- BENSSAAD H., 1998-** *Activité biologique de Beauveria bassiana (Hyphomycetes, Deuteromycotina) sur Locusta migratoria Linné, 1775. Etude de la température sur la croissance mycélienne, la sporulation et le cycle biologique de cet hyphomyète.* Mem. Ing. Agro. I.N. A., El- Harrach, Alger. 98 p.
- BENZECRI J.B., 1973-** L'analyse des données I: la taxinomie. Ed. Dunod, Paris, 615 p.
- BERGMEIER E., 1998-** The phenological approach in mediterranean landscape analysis. *Phytocoenologia*, 28: 145-156.
- BERNAYS E.A. et CHAPMAN R.F. 1970-** Experiments to determine the basis of food selection by *Chorthippus parallelus* (Zett) (Orthoptera: Acrididae) in the field. *J. Anim. Ecol.*, 39, 3: 44-49
- BERNAYS E.A. et RAUBENHEIMER D., 1991-** Dietary mixing in grasshoppers: changes in acceptability of different plant secondary compounds associated with low levels of dietary protein. *Journal of Insect Behavior*, 4, 545-556.
- BERNAYS E.A. et BRIGHT K.L., 1993-** Mechanisms of dietary mixing in grasshoppers: A review. *Comp. Biochem. Physiol.* Vol 104 A, 1: 125-131.
- BISSAD F.Z., 1998-** *Etude de l'activité biologique de Beauveria bassiana sur Schistocerca gregaria (Orthoptera, Acrididae). Efficacité et effet sur la respiration et le rythme cardiaque de cet acridien.* Mem. Ing. INA, Alger, 92 p.
- BOITIER E., 2004-** Caractérisation écologique et faunistique des peuplements d'orthoptères en montagne Auvergnate. *Matér. Orthopt. et Entomocén.*, 9: 43-78.

- BONNET E., VILKS A., LENAIN JF. et PETIT D., 1997-** Analyse temporelle et structurale de la relation orthoptères-végétation. *Ecologie*, Vol. 28, 3: 209-216.
- BOUDEGZDAME B., 1980-** Particularités du développement d'*Ocneridia volxemi* Bol. Pamphagidae d'Afrique du Nord. Comparaisons avec d'autres Acridiens. Problèmes de déplacement chez les Acridiens : réalisations et conséquences. Thèse Doct. Univers. Scien. Univ. Pierre et Marie Curie, Paris 6, 87 p.
- BOUNECHADA M. 1991-** Contribution à l'étude bioécologique des Chrysomelidae de la région de Sétif. Thèse Magister, Univ., Sétif, 192 p.
- BOUNECHADA M. et DOUMANDJI S.E., 1994-** Bioecological Study of Orthoptera and Nutrition Rules of *Ocneridia volxemi* in the region of Setif (North East of Algeria). *Comm. 5ème Arab Congress of Plant Protection*, Nov. 27- Dec.2. , Fès, Morocco.
- BOUNECHADA M. et DOUMANDJI S.E., 1996-** Contribution à l'étude bioécologique du genre *Ocneridia* dans la région de Sétif. *Comm 3ème Jour Acrid.*, 18 Mars, I.N.A, Alger.
- BOUNECHADA M. et DOUMANDJI S.E., 1999-** Quelques caractéristiques biologiques et écologiques d'*Ocneridia volxemi* (Orthoptera, Pamphagidae) en climat semi-aride (Région de Sétif). *Comm. 3ème Journée d'Entomologie*, 15 Mars I.N.A, Alger.
- BOUNECHADA M. et DOUMANDJI S.E., 2003-** Recherches sur *Ocneridia volxemi* (Orthoptera, Pamphagidae) dans la région de Sétif. *Comm. 1ère Journée sur l'environnement*, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, 28 et 29 Mai.
- BOUNECHADA M. et DOUMANDJI S.E., 2004-** Effecton of *Ocneridia volxemi* Bolivar (Pamphaginae, Orthoptera) hoppers and adults by *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina, Hyphomycetes) conidia in an oil formulation. *Comm . Agr. Appl. Biol. Scien.*, 69:211-218
- BOUNECHADA M., DOUMANDJI S.E et LAOUER H., 2004-** Laboratory evaluation of *Melia azedarach* L and *Eucalyptus globulus* Labill. extracts in order to control *Ocneridia volxemi* Bolivar (Orthoptera, Pamphaginae) hoppers. *Comm.Agr. Appl. Biol. Scien.*, 69: 235-244.
- BOUNECHADA M. et FENNI M., 2005-** Biology and Ecology and Chemical control of the sunn pest *Aelia germari* Kuster (Heteroptera, Pentatomidae) in the Setifian high plains (North-east of Algeria). *Comm. Second Inter. Conf. On Sun Pest*, ICARDA, Aleppo, Syria, 19-22 July.
- BOUNECHADA M. et DOUMANDJI S.E., 2006-** A study of Pamphagidae of Algeria. *Comm. 9th Arab. Cong. Plant. Prot*, Damascus, Syria 19-23 Nov.
- BOUNECHADA M., DOUMANDJI S.E. et CIPLAK B, 2006-** Bioecology of the Orthoptera species in Setifian plateau, North-east Algeria. *Turk J. Zool.*, 30: 245-253.

- BRULE J.C.** et **FONTAINE J.**, 1990- L'Algérie volontarisme étatique et aménagement du territoire. O.P.U., Alger, 248 p.
- BURGESS, H. D.** 1982- Control of insect by bacteria. *Parasitology*, 84: 79-117.
- CAPINERA J. L** et **HORTON D.R.**, 1989- Geographic variation in effects of weather on grasshopper infestation. *Environ. Entomol.*, 18: 8-14
- CAROLINA B.W., DUQUE JE., DA SILVA M., FUKUYAMA Y., WOHLKE JL., ADELMANN J.** et **FONTANA JD.**, 2004- Larvicidal action of ethanolic extracts from fruit endocarps of *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* againts the dengue mosquito *Aedes aegypti*. *Toxicon*, 44, 8: 829-835.
- CHAKER A. N.** et **BOUNECHADA M.**, 2005- A Survey of Heteropteran Species on Cereal Crops in Setifan high plains (Northeastern of Algeria). *Comm. Second Inter. Conf. On Sun Pest*, ICARDA, Aleppo, Syria, 19-22 July.
- CHAOUCH A.** et **CHARA B.**, 2001- Contribution à l'étude du régime alimentaire de *Dociostaurus maroccanus* (Thunb., 1815) (Orthoptera, Acrididae) dans la région de Boucif (Wilaya de Médéa). *Comm. Journ. Scientif. et Techn. Phytosan.*, El -Harrach, 12-13 Nov.: 21-46.
- CHAPMAN R.F.**, 1957- Observation of feeding of adults of red locust *Nomadacris septemfasciata* (Serville). *Br. J. Anim. Behav*, 5, 160-175.
- CHARA B.**, 1987- *Etude comparée de la biologie et de l'écologie de Calliptamus barbarus* (Costa, 1836) et de *Calliptamus wattenwyllianus* (Pentel, 1896) (Orthoptera-Acrididae) dans l'Ouest algérien. Thèse Doc. Ing., Univ. D'Aix Marseille, 190 p.
- CHARA B.**, et **LAZAR M.**, 2002- Production des œufs et fonctionnement du germarium chez les femelles d'*Ocneridia volxemi* (Acrididae, Pamphaginae). *Communic. 4^{ème} Journ. d'Acridologie*, I.N.A., El-harrach, 4 mars.
- CHARLESTON D.S., KFIR R., DICKE M.** et **VET L.E.M.**, 2006- Impact of botanical extracts derived from *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* on populations of *Plutella xylostella* an diets natural enemies: A field test of laboratory findings. *Biological control* ,39: 105-114.
- CHAUMONT M.** et **PAQUIN C.**, 1971- Carte pluviométrique de l'Algérie, 1/500 000, 4 feuilles Notice, Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, Alger.
- CHERMITI B.** et **TIRA, R.** 1992- Impact de divers substrats alimentaires sur le potentiel biotique de *Schistocerca gregaria* Forsk. (Orthoptera, Acridoidea). *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent*, 57/3a: 679-687.

- CHERNYAKHOVSKII M.E.** et **RAVINA N.V.**, 1997- Fauna and Ecological Distribution of Locusts (Orthoptera, Acrididae) in High Mountains of Daghestan. *Entomologica Review*, Vol. 77, 2: 241-247.
- CHOPARD L.**, 1920- *Recherches sur la conformation et la développement des derniers segments abdominaux des Orthoptères*. Thèse, Fac., Sc., Paris, Rennes: 428-532.
- CHOPARD L.**, 1938- *Biologie des Orthoptères*. Ed. Lechevalier., Paris, 512 p.
- CHOPARD L.**, 1943- *Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord*. Ed. Libr. Larose. Paris. 447 p.
- Chopard L.**, 1949- *Ordre des orthoptères in traité de zoologie*, 10, Ed. Masson, T.IX Paris: 617-715.
- CIPLAK B.**, 2000- Systematics and phylogeny of Parapholioptera (Orthoptera: Tettigoniinae). *Systematic Entomology*, 28: 411-436.
- CIPLAK B.**, **DEMIRSOY A.** et **BOZCUK A.N.**, 1993- Distribution of Orthoptera in relation to the Anatolian Diagonal in Turkey. *Articulata*, 8:1-20.
- CIPLAK B.**, **DEMIRSOY A.** et **BOZCUK A.N.**, 1996- Malatya Ensifera (Orthoptera, Insecta) Faunasi. *Turkish Journal of Zoology*, 20: 247-254.
- CORCKET E.**, **CHINTAUAN-MARQUIER I.**, **CALLAWAY R.M.** et **RICHARD MICHALET R.**, 2002- Sélectivité et variations environnementales de l'herbivorie par les Orthoptères. *Comptes Rendus Biologies*, 325: 155-164.
- COTE M.**, 1987- Les régions bioclimatiques de l'Est Algérien. Univ. Constantine, CURER, 18 p. (+ carte)
- DAMERDJI A.**, 2001- Etude comparative de la faune orthoptérologique (Caelifères, Ensifères) en Algérie du nord selon trois ensembles: Ouest-Centre- Est. *Comm. Journ. Scientif. et Techn. Phytosan.*, El -Harrach, 12-13 Nov.: 1-20.
- DAJOZ R.**, 1982- *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 505 p.
- DEFAUT B.**, 1988- La détermination des orthoptères Ouest-Paléarctiques. *Trav. Lab. d'Ecolbiol. Arthropodes édaph.* 6, 1: 1-93.
- DELVI M.R.** et **PANDIAN T.J.**, 1972- Rates of Feeding and assimilation in the grasshopper *Poeciloceris pictus*. *J. Insect Physiol.*, 18: 1829-1843.
- DIRSH V.M.**, 1961- A preliminary revision of the families and subfamilies of Acridoidea
- Dirsh V.M.**, 1965- *The African genera of Acridoidae*. Anti-Locust Research Center, Cambridge University Press, 578 p.
- DIRSH V.M.**, 1975- *Classification of the Acridomorphoid insect*. Faringdon, Oxon. E.W. Classey, 171 p.
- DOUMANDJI S.E** et **DOUMANDJI-MITICHE B.**, 1994- *Criquets et sauterelles (Acridologie)*. O.P.U. Alger, 99 p.

- DOUMANDJI S.E, DOUMANDJI-MITICHE B., KHOUDOUR A. et BENZARA M., 1993-** Pullulations des sauterelles et des sautériaux dans la région de Bordj Bou Arreridj (Algérie). *Med. Fac. Landbouww. Univ.Gent.* 85/2a: 329-337.
- DOUMANDJI-MITICHE B., 1997-** Note sur la présence de l'entomopathogène *Beauveria bassiana* (Hyphomycètes, Deuteromycotina) sur *Schistocerca gregaria* (Orthoptera, Acrididae) sur le terrain à Adrar (Algérie). Effet sur le rythme cardiaque et la respiration chez cet acridien. *Med. Fac Landhown. Univ. Gent.* 62/2b: 499-506.
- DOBERSKI J. W., 1981-** Comparative laboratory studies on three fungal pathogens of the elm bark beetle *Scolytus scolytus*: Effect of temperature and humidity on infection by *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* and *Paecilomyces farinosus*. *J. Invertebr. Pathol.* **37**: 195-200.
- DREUX P., 1972** – Recherche de terrain en auto-écologie des Orthoptères. *Revue Acrida* 1, 4: 305-330.
- DURANTON J.F. et LECOQ M., 1980-** Ecology of locusts and grasshoppers (Orth., Insect.) *Bull. Br. Mus. Nat. Hist.* 10: 351-419.
- DURANTON J.F., LAUNOIS-LUONG M.H. et LECOQ M., 1982-** Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche. *Rd Gerdat*, Montpellier, T.1, 965 p.
- ECKENRODE J.C., VEA E.V. et STONE K.W., 1975-** Population trends of onion maggots correlated with air thermal unit accumulations. *Environ. Entomol.*, 4: 785-789.
- EL GHARAOUI L., 2002-** *Etudes bioécologiques du criquet marocain "Dociostaurus maroccanus" dans le site Al-Azaghar du Moyen Atlas.* Thèse d'Etat es-Sciences, Université Sidi Mohammed Ben Abdallah Fes, 124 p.
- EL GHARAOUI L., PETIT D. et EL YAMANI J., 2003-** Le site Al-Azaghar (Moyen Atlas, Maroc): un foyer grégarigène du criquet marocain *Dociostaurus maroccanus* (Thunb., 1815). *Bull. Instit. Scientif. Rabat, section Sciences et Vie*, 25: 81-86.
- EMBERGER L., 1952-** Sur le quotient pluviométrique. *C.R. Acad. Sci.*,: 2508-2510.
- EMBERGER L., 1955-** Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trav. Lab. Géol. Bot. Zool.*, Fac. Sci. Montpellier, 7: 1-43.
- EVANS D.M., 1973-** Seasonal variations in the body composition and nutrition of the vole *Microtus agrestis* L. *J. Anim. Ecol.*, 1: 1-18.
- FARGUES J., 1972-** Étude des conditions d'infection des larves de doryphore *Leptinotarsa decemlineata* Say par *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Fungi imperfecti). *Entomophaga* 17: 319- 337.
- FELLAOUINE R., 1984-** *Contribution à l'étude des sautériaux nuisibles aux cultures dans la région de Setif.* Thèse Ing. Agro., I.N.A, Alger. 70 p.

- FELLAOUINE R., 1989-** *Bio-écologie des orthoptères de la région de Sétif*. Thèse. Magister. I.N.A, Alger, 81p.
- FELLAOUINE R. et LOUVEAUX A., 1993-** Herbivorie/Omnivorie chez *Praehippiger pachygaster* Lucas, 1849 (Orthoptera, Tettigonidae) dans l'est Algérien. *Ecol. Mediterr.* XIX (3/4): 9-18.
- FELLAOUINE R. et LOUVEAUX A., 1994 -** Spatial and temporal distribution of *Praehippiger pachygaster* Lucas (Orthoptera, Tettigoniidae) in relation to the vegetation structure of an agro system. *J. of Orthoptera Research*, 3: 91-96.
- FENNI M. et BOUNECHADA M., 2005-** Relationship between Weed Grasses and Life Cycle of *Aelia germari* in the Setif High Plains (Northeast Algeria). *Comm. Second Inter. Conf. On Sun Pest*, ICARDA, Aleppo, Syria, 19-22 July.
- FENNI M., 1991-** *Contribution à l'étude des groupements messicoles des hautes plaines Sétifiennes*. Thèse Magister, Univ. Sétif, 188 p.
- FENNI, M., 2003-** *Etude des mauvaises herbes des céréales d'hiver des hautes plaines constantinoises. Ecologie, dynamique, phénologie et biologie des bromes*. Thèse Doctorat, Dpt. Biol., Sétif, Univ. Sétif ,165 p.
- FERRANDO, M.D, SANCHOA E. et ANDREU-MOLINER E., 1996-** Chronic toxicity of fenithion to an Algae (*Nannochloris oculata*) a rotifer (*Brachionus calyciflorus*) and the cladoceran (*Daphnia magna*). *Ecotoxicology environment safety*, 35 (2): 112-120.
- FERRON P., 1978-** Biological control of insect pests by entomogenous fungi. *Anim. Rev. Entomol.*, 14: 409-4029.
- FONTANA J.D., 2004-** Larvicidal action of ethanolic extracts from fruit endocarps of *Melia azedarach* and *Azidarachta indica* against the dengue mosquito *Aedes aegypti*
- GANGWERE S.K., 1961-** A monographe on food selection in Orthoptera. *Trans.Am.Ent. Soc.*, 87: 67-220
- GILLON Y., 1970-** Caractéristiques quantitatives du développement et de l'alimentation d'*Orthochtha brachycnemis* (Karsch, 1893) ; (Orthoptera. Acridinae). *Terre et vie*, 3: 425-448.
- GILLON Y., 1972-** Caractéristiques quantitatives du développement et de l'alimentation d'*Anablepia granulata* (Ramme, 1929) ; Orthopt. : Gromphocerinae. *Ann. Univ. Abidjan*, Ser. E, 4, 2, 105-125.
- GILLON Y., 1974-** Variations saisonnières de populations d'acridiens dans une savane préforestière de la Côte d'Ivoire. *Acrida*, Ass. d'Acridologie, 3: 29-174.
- GILLON Y., 1996-**Sécheresse:un mal nécessaire pour les acridiens?*Sécheresse*, 7:133-43.

- GOROCHOV, A.V., 1995-** Contribution to the system and evolution of the order Orthoptera. *Zoologicheskyy Zhurnal*, 74:39-45.
- GRAETHEAD D.J., KOOYMAN C., LAUNOIS-LUONG M.H. et POPOV G.B., 1994-** Les ennemis naturels des criquets du Sahel. *Collection Acridologie opérationnelle*, 8, CIRAD-PRIFAS, Montpellier, 81 p.
- GRANT I.F., 1989-** Environmental effects of desert locust control. *FAO Plant Prot. Bull.* 37, 1: 27-35.
- GUENGUEN A., CHEROUVRIER A., et LEFEUVRE J.C., 1975-** Essai de détermination du régime alimentaire d'animaux herbivores à l'aide des phytolithes siliceux des graminées et des cypéracées. II. Application à l'étude du régime alimentaire des Orthoptères Acridiens. *Compte Rendu Académie Sciences*, Paris, 281, Sér.D: 929-932.
- GWYNNE D.T., 1995-** Phylogeny of the Ensifera (Orthoptera): a hypothesis supporting multiple origins of acoustical signalling, complex spermatophores and maternal care in crickets, katydids, and weta. *J. Orth. Res.*, 4: 203-218.
- HADDADJ F., DOUMANDJI-MITICHE B. et HALOUANE F., 2001-** Evaluation de l'activité biologique d'un entomopathogène *Beauveria bassiana*, efficacité et effets sur les L5 et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Acrididea, Cyrtacanthacridinae). *Journées Techniques Phytosanitaires*. Ministère de l'Agriculture, INPV, El-Harrach 12-13 novembre : 104-110.
- HALIMI A., 1980-** L'Atlas Blidéen: Climats et étages végétaux. Ed. O.P.U, Alger, 523 p.
- HALOUANE F., DOUMANDJI-MITICHE B. et OUHACEIN M., 2001-** Effet de deux entomopathogènes *Beauveria bassiana* (Bals.) et de *Metarhizium flavoviride* (Gams et Rozy.) (Hyphomycètes, Deuteromycotina) sur l'hémogramme des L5 et des adultes de *Locusta migratoria* (Orthoptera, Acrididae). *Journées Techniques Phytosanitaires.*, Ministère de l'Agriculture, INPV, El-Harrach 12-13 novembre: 378-384
- HAMADI K. et DOUMANDJI-MITICHE B., 2002-** Etude de l'activité biologique d'extraits de plantes acridifuges sur *Aiolopus strepens* (Latreille, 1804) et influence de ces plantes sur la consommation et sur le taux de mortalité. *Comm. 4^{ème} Journ. d'Acridologie*, I.N.A., El-harrach, 4 mars.
- HAMDI H., 1992-** *Etude bio-écologique des peuplements orthoptérologiques des dunes fixées du littoral algérois*. Thèse Magister, I.N.A., El-Harrach, Alger; 166 p.
- HOFMANN C., 1960-** Meteorologische Abhandlungen VIII. Reiner, Berlin, fasc.3: 18 tabl et 47 Fig.
- HUGHES S. J., 1953-** Conidia, conidiophores and classification. *Can. J. Bot.* 31: 577-659.

- HUMMELEN P., et GILLON Y., 1968-** Etude de la nourriture des Acridiens de la savane de Lamto en Côte-d'Ivoire. *Ann. Univ. Abidjan, E.I.*, 2, 101-112.
- HUNTER D.M., 1996-** Rapport entre les pullulations du criquet Australien, *Chortoicetes terminifera* (Walker) (Orthoptera : Acrididae) et la pluviométrie dans l'intérieur aride de l'Australie. *Sécheresse* N°2 (7): 87-90.
- KAABECHE M., 1990-** *Les groupements végétaux de la région de Bou-Saada (Algérie). Essai de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb.* Thèse Doc. Scie., Univ., Paris Sud (Orsay), 104 p.
- KARA F.Z., DOUMANDJI-MITICHE B., DOUMANDJI S.E., KADI A., AYOUB A., ZERGOUN Y. et SAHRAOUI L., 2001-** La faune orthoptérologique de quelques oasis algériennes (Béchar, Adrar, Tamanrasset, Djanet, Ghardaïa). *Comm. Journ. Scientific. et Techn. Phytosan.*, El-Harrach, 12-13 Nov.: 385-393.
- KEVAN D.K., 1989-** Grigs that dig and grasshoppers that grovel. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 26: 267-289.
- KHACHATOURIANS G.K., 1986-** Production and use of biological pest control agents. *Trends Bio. Tech.*, 4: 120 – 124
- KUMBASLI M., 2005-** *Etudes sur les composés polyphénoliques en relation avec l'Ouest algérien.* Thès. Doct. Ing., Univ. Aix-Marseille. 190 p.
- LAUNOIS M., 1974-** Influence du facteur pluviométrique sur l'évolution saisonnière du criquet migrateur *Locusta migratoria capito* (Saussure), en phase solitaire à Madagascar. Minist. Coop. Paris, 159 p.
- LAUNOIS M., 1976-** Méthode d'étude dans la nature du régime alimentaire du criquet migrateur *Locusta migratoria capito* (Sauss.). *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 8: 25-32.
- LAUNOIS M., 1996-** Les adaptations d'un criquet aptère à la secheresse du Nord-est du Brésil. *Sécheresse*, 7: 99-103.
- LAUNOIS-LUONG H., 1975-** Méthode d'étude dans la nature du régime alimentaire du criquet migrateur *Locusta migratoria capito* (Sauss.). *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 8: 25-32.
- LAUNOIS-LUONG H., 1979-** Etude comparée de l'activité génésique de sept acridiens du Sahel dans des conditions éco-météorologiques semblables. *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 11: 41-47.
- LE BOURGEOIS TH., 1991-** *Etudes préliminaires des groupements de mauvaises herbes en zone soudano-sahélienne– Méthodologie/Premiers résultats.* Thèse DEA, USTL Montpellier, 33 p.

- LE BOURGEOIS TH., 1993-** *Les mauvaises herbes dans la rotation cotonnière au Nord Cameroun (Afrique): Amplitude d'habitat et degré d'infestation, Phénologie.* Thèse Doc. USTL, Montpellier, 249 p.
- LECOQ M., 1974-** Contribution à l'étude des déplacements de populations imaginales de *Locusta migratoria capito* (Sauss.) dans la nature. Recherches Acridienne à Madagascar, *Ann. Zool. Ecol. Anim.* N° hors série: 225-262.
- LE GALL P. et GILLON Y., 1989-** Partage des ressources et spécialisation trophique chez les acridiens (Insecta : Orthoptera : Acridimorpha) non-graminivores dans une savane préforestière (Lamto, Côte-d'Ivoire). *Acta Oecologica, Ecol. Gene.*, 10: 51-74.
- LE GALL P., 1989 -** Le choix des plantes nourricières et spécialisation trophique chez les Acridoidea (Orthoptères). *Bull. Ent. T.20* : 245-261.
- LEGENDRE L. et LEGENDRE P., 1984-** Ecologie numérique. 1: Le traitement multiple des données écologiques. 2^{ème} Ed. Masson, Paris, 260 p.
- LIPA J.J., 1975-** White muscardines (*Beauveria sp.*). *Insect Pathology. Foreign Sci. Publ.* Dept NCSTEL, Warsaw, Poland: 139-142.
- LOUVEAUX A., PAYEN D. et FABRY M.-H., 1986-** Variabilité climatique et destabilisation démographique de *Calliptamus italicus* (L.) (Orthoptères, Acrididae). Coll. Nat. CNRS" Biologie des populations", Lyon, 4- 6 sept: 569-575.
- LOUVEAUX A. et BENHALIMA T., 1987-** Catalogue des orthoptères Acridoidea d'Afrique du Nord-Ouest. *Bull. Soc. Ent. Fr.*, 91: 73-86.
- LOUVEAUX A., PEYRELONGUE J.Y. et GILLON Y., 1988-** Analyse des facteurs de pullulation du criquet italien (*Calliptamus italicus* L) en Poitou-Charentes. *Compte Rendu Académie Agriculture, France*, 74 : 91-102.
- LOUVEAUX A., 1991-** Instabilité démographique et stratégie de dispersion des acridiens : un exemple chez deux orthoptères *Calliptaminae*. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 116 (3-4): 243-251.
- LOUVEAUX A., MOUHIM A., ROUX G., GILLON Y. et BARRAL H., 1996-** Influence du pastoralisme sur les populations acridiennes dans le massif du du Siroua (Maroc). *Rev.Ecol.*, 51: 139-151.
- LUONG-SKORMAND M.-H., RACHADI T. et LECOQ M., 1999-** La lutte contre les criquets ravageurs: intérêt des mycopesticides. *Les Dossiers de l'Environ.*, CIRAD, Montpellier, 19: 1-4.
- MACIEL MV., MORAIS SM., BEVILAQUA CML., CAMURÇA-VASCONCELOS ALF., COSTA CTC. et CASTRO CMS., 2006-** Ovicidal and larvicidal activity of *Melia azedarach* extracts on *Haemonchus contortus*. *Vetrinary Parasitology*, 140: 98-104.

- MASSA B. et BIONDI M., 1987-** Le Specie Del Genere *Ocneridia* Boliv 1912 (Orthoptera, Pamphagidae). *Annl's Soc. Ent.Fr.*, (N.S), 23: 169-182.
- MEBARKI M., 1984-** Ressources en eau et aménagement en Algérie: le bassin du Kébir Rhumel. O.P.U., Alger, 302 p.
- MORGAN E.D. et THORNTON, 1973-** Azadirachtin in the fruit of *Melia azedarach*, *Phytochemistry*, 12: 391-392.
- MORETEAU B., 1991-** Etude de certains aspects de la phytotoxicologie d'insecticides de synthèse chez le criquet migrateur: *Locusta migratoria* R et F. *La lutte antiacridienne*. Ed. Aupelf-Uref, John Libbey Eurotext, Paris: 167-178.
- MEYNADIER G., MARGIER A.A., GIRARDIE J. et VAGO C., 1992-** Une entomopoxvirose chez l'orthoptère *Anacridium aegyptium*. *Entomophag.* 37: 453-464.
- NAKATANI M., HUANG R.C., OKAMURA H., IWAGAWA T., TADEAR K. et NAOKI H., 1995-** Three new antifeeding melacarpinins from Chinese *Melia azedarach* L. *Tetrahedron*, 51: 11731-11736.
- NARDO E. A. B., DE COSTA A.S. et LORENCAO A.L., 1997-** *Melia azedarach* L. extracts as antifeedant to *Bemisia tabaci* (Homoptera, Aleyrodidae). *Florida Entomol.*, 80: 92-94.
- OULD EL HADJ M.D., 2001-** Etude du régime alimentaire de cinq espèces d'acridiens dans les conditions naturelles de la cuvette de Ourgla (Algérie). *Journées techniques Phytosanitaire INPV*: 303-318.
- PALLANT D., 1972-** The food of the grey field slug, *Agriolimax reticulates* (Mull) on Grassland. *J. Anim.Ecol.*, 41: 761-769.
- PURRINI K., KOHRING G. W. et SEGUINI Z. 1988-** Studies on a new disease in a natural population of Migratory Locust, *Locusta migratoria* sp. Caused by an *Entomopox virus*. *J. Invert. Pathol.* 51: 281-283.
- QUATRO J., 1995-** Whitefly fungus on its way to growers-natural fungus that kills sweet potato withflies. *Agricul. Research*: 16-17.
- RACCAUD-SCHOELLER J., 1980-** Les insectes. Physiologie et développement. Ed. Masson, Paris, 296 p.
- RAGGE D.R., 1977-** Classification of the Tettigonioidae. *Ent. Mus. Res. Lab.*, Special. Pub., 10: 209-226.
- RAMOSKA W.A., 1984-** The influence of relative humidity on *Beauveria bassiana* infectivity and replication in the ching bug, *Blissus leucopterus*. *J. Invertebr. Pathol.* 43: 389-394.

- RAMSAY G.W., 1964-** Moults number in Orthoptera (Insecta). *New Zel. J. Sci.*, 7: 287-291.
- REINHARD K. et KOHLER G., 2002-** Conservation of the red-winged grasshopper *Oedipoda germanica* (Latr.): influence of reproductive behaviour. *Biological conservation* 107:
- RENTZ D.C.F., 1991-** Orthoptera. In *Insects of Australia* Ed. CSIRO. Melbourne University Press: 65-111
- RENTZ D.C.F., 1996-** Grasshopper Country: The Abundant Orthopteroid: *Insects of Australia*. University of New South Wales Press: 644-666.
- RIBA G. et MARCANDIER S., 1984-** Influence de l'humidité relative sur l'agressivité et la variabilité des souches de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin et de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin, Hyphomycètes pathogènes de la pyrale du maïs *Ostrinia nubilalis* Hübn. *Agronomie*, 4:189-194.
- ROMBARCH M.C., AGUDA R.M. et ROBERTS D.W., 1988-** Production of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycètes) in different liquid media and subsequent conidiation of dry mycelium. *Entomophaga*, 39 (3):315-324.
- ROBERTS D. W. et CAMPBELL A. S., 1977-** Stability of entomopathogenic fungi. *Entomol Soc. Am.* 10: 19-76.
- SANBORN S.M., WYMAN J.A. et CHAPMAN R.K., 1982-** Threshold temperature and heat unit: 221-228
- SARRAB N., 1982-** *Etude de l'agressivité des pluies sur le sol dans quelques stations de l'Est algérien*. Thèse Magister, Univ. Constantine, 127 p
- SATORRE E.H., RIZZO F.A. et ARIAS S.P., 1996-** The effect of temperature on sprouting and early establishment of *Cynodon dactylon*. *Weed Res.*, 36: 431-440.
- SELTZER P., 1946-** Le climat de l'Algérie. Univ. Alger, Inst. Météo. Phys. du Globe, Carbonnel., 219 p.
- SENTHIL NATHAN S. et SEHOON K., 2006-** Effects of *Melia azedarach* L. extract on the teak defoliator *Hyblaea puera* Cramer (Lepidoptera). *Crop Protection*, 25 (3): 54-78
- SHAROV A.G., 1968-** Phylogeny of the Orthopteroidea. *Trans. Paleontol. Instit. Acad. Sci.* 118:1-216.
- SIMPSON S.J., JAMES S., SIMMONDS M.S.J. et BLANEY W.M., 1991-** Variation in Chemosensitivity and the Control of Dietary Selection Behavior in the Locust. *Appetite*, 17: 141-154.

- SINGER S., 1981-** Potential of *Bacillus Sphaericus* and related spore-forming bacteria for pest control. In: Burgess, H. D. (ed.) *Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980*. Academic Press, New York: 283-98.
- STARNES R. L., LIU C. L. et MARONE P. G., 1993-** History, use and future of microbial insecticides. *Amer. Entomol.* 39: 83-91.
- STEWART D.R.M., 1967-** Analysis of plant epidermis in faeces: a technique for studying the food preference of grazing herbivores. *J. Appl. Ecol.*, 4: 83-111.
- STEWART PH., 1969-** Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique: Quelques réflexions. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 59: 23-26.
- STEWART PH., 1975-** Un nouveau climagramme pour l'Algérie et son application au barrage vert. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 65 (1-2): 239-245.
- SUBRAMANIAN C.V., 1983-** *Hyphomycetes: Taxonomy and Biology*. Academic Press. New York, p. 28.
- TALBOT P.H.B., 1971-** *Principes of Fungal Taxonomy*. Macmillan. Press. London.
- TIRAI N., 1991-** *Contribution à l'étude bioécologique des peuplements orthoptériques dans la région de Biskra et régime alimentaire de Ailopus thalassinus (Fabricius, 1781)*. Thèse Ing. Agro, I.N.A, El-Harrach, Alger, 66 p.
- UVAROV B.P., 1962-** Les problèmes de la zone aride. Ed. UNESCO, Paris: 255-263
- Uvarov B.P., 1966-** *Grasshoppers and Locusts. A hand-book of general acridology*, Vol.1, Cambridge University Press. 481 p
- UVAROV B.P., 1977-** *Grasshoppers and Locusts*. Vol.2, Center for Overseas Pest Research. Cambridge Univ. Press, 613 p.
- VALLADARES G., DEFAGO M.T., PALACIOS S. et CARPINELLA M.C., 1997-** Laboratory evaluation of *Melia azedarach* L. extracts against the elm leaf beetle *Xanthogalleruca luteola* (Coleoptera, Chrysomelidae). *J. Econ. Entomol.*, 90: 747-750.
- VOISIN J.F., 1979-** *Autoécologie et biogéographie des orthoptères du Massif Central*. Thèse de doctorat d'état. Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, 354 p.
- WEISER J., 1972-** *Beauveria* Vuill. *Akademie, Praha*: 361-377.
- WILLSON L.T. et BARNETT P.B., 1983-** Degree days: an aid in crop and pest management. *California Agriculture*, 37: 4-7.
- WRAIGHT R.J. et ROBERTS D.W., 1987-** Insect control effort with fungi. *Devel. Industr. Microbiol.* 28: 77-87.
- ZEUNER F.E., 1939-** *Fossil Orthoptera Ensifera*. London: British Museum Natural History.

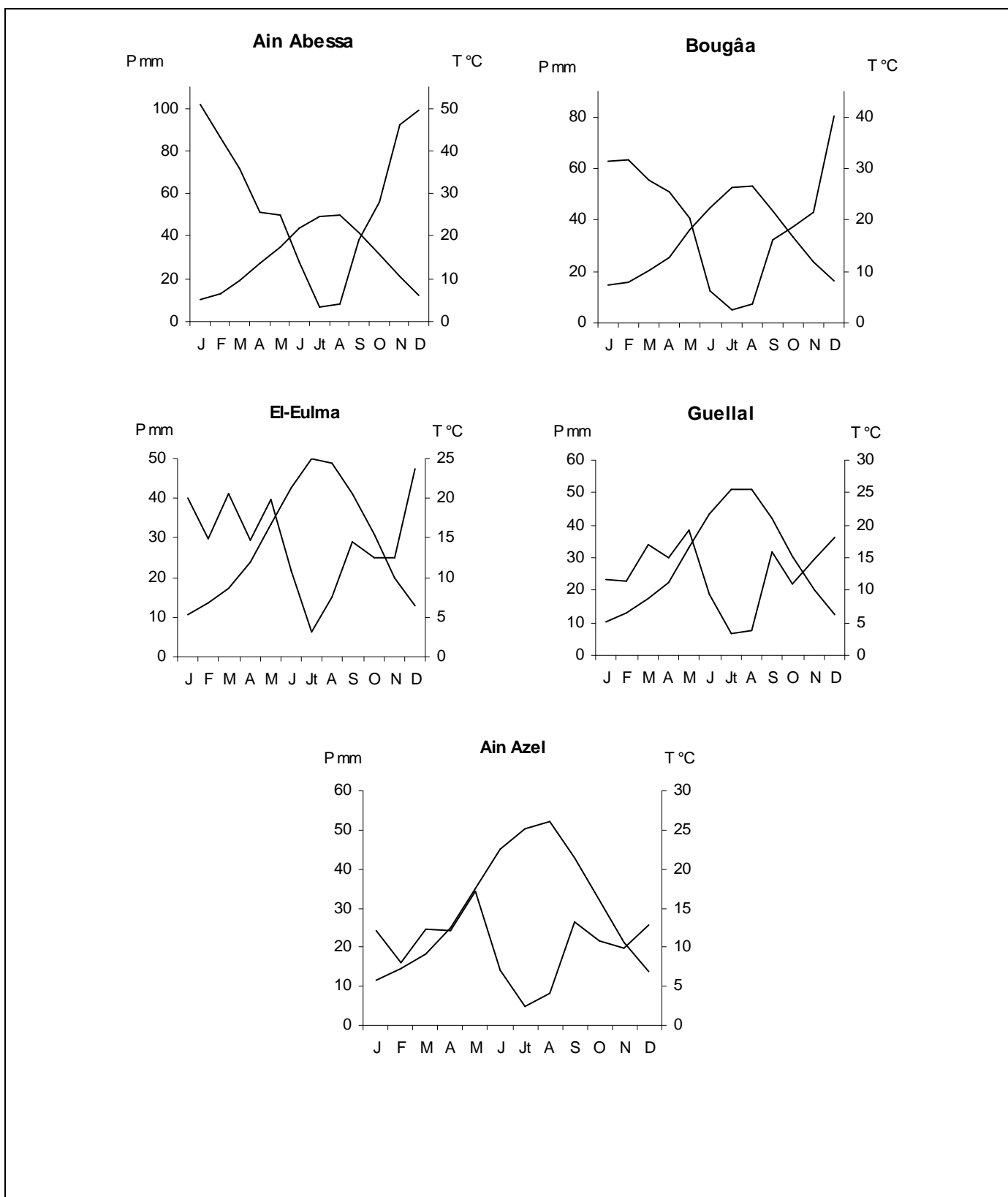
Annexe I. 1 : Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations de quelques stations de la région de Sétif.

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	An
Stations	Zone Nord												
Bouandas (1980/00)	97,7	88,4	72,1	52,3	33,8	3,8	1,8	6,9	29,5	62,9	74,7	158,0	681,9
Beni Aziz (1980/00)	117,9	89,7	80,5	68,2	44,0	10,8	4,2	6,2	31,7	42,3	79,1	144,0	718,6
Tizi N'Bechar (1980/96)	83,2	70,3	57,9	52,1	35,6	13,5	4,2	7,5	42,3	47,9	56,1	102,9	573,5
Maoklane (1980/00)	67,4	72,4	56,0	42,6	33,7	8,4	1,2	3,0	27,0	39,2	61,4	87,9	500,2
Amoucha (1978/96)	84,1	80,5	69,6	56,1	39,2	11,3	4,6	7,3	31,9	42,5	48,3	100,1	575,5
Ain El-Kébira (1930/60)	87,5	68,1	62,2	56,9	51,7	22,8	5,2	16,2	40,5	56,7	70,5	110,8	649,1
Guenzet (1980/00)	54,9	48,2	47,7	44,3	38,1	9,3	4,7	8,9	25,1	31,2	41,8	78,0	432,2
Bougâa (1978/96)	62,8	63,3	55,5	51,1	40,8	12,4	5,0	7,6	32,5	37,1	43,0	80,2	491,3
Beni Fouada (1980/00)	52,7	38,1	45,7	37,3	41,8	17,6	6,5	7,3	25,7	32,9	34,3	76,5	416,4
Ain Abessa 1981/00)	75,5	71,0	54,2	47,4	45,7	20,1	6,1	11,1	45,8	41,6	51,8	101,3	571,6
Stations	Zone Centrale												
Fermatou (1981/00)	42,3	44,3	34,4	42,4	41,6	19,4	10,6	10,9	39,9	34,3	37,2	61,4	418,7
Sétif (1981/00)	37,1	34,2	34,8	36,7	47,3	22,6	9,1	13,4	43,8	34,8	32,6	48,4	395,0
El Eulma (1980/00)	39,9	29,9	41,2	29,5	39,7	21,6	6,2	15,2	29,0	25,1	25,1	47,3	349,7
Ras El-Ma (1980/00)	37,6	32,9	32,0	33,5	43,0	21,0	7,6	11,7	35,2	33,0	31,5	42,7	361,7
Stations	Zone Sud												
Guellal (1980/00)	30,3	24,2	37,3	29,0	41,0	19,6	9,8	13,0	35,7	29,1	23,6	37,9	330,5
Ain Oulmène (1981/00)	25,3	18,3	24,7	23,3	33,1	16,0	7,6	9,9	27,7	26,3	20,8	28,4	261,4
Salah Bey (1988/00)	21,9	15,5	24,7	20,8	31,9	15,3	5,6	3,8	32,2	18,7	16,0	22,7	229,1
Ain Azel (1980/00)	24,2	16,1	24,5	24,3	34,2	14,1	4,9	8,1	26,4	21,5	19,9	25,7	243,9
Ouled Teban (1980/00)	33,3	28,1	25,3	24,9	35,2	11,1	4,9	7,0	27,9	33,4	33,6	40,9	305,6
Rasfa (1980/00)	29,5	20,9	32,2	28,2	36,1	11,3	3,9	11,9	31,5	28,4	27,4	27,4	288,7
Bou Taleb (1975/88)	32,4	30,9	35,5	28,1	23,2	7,9	2,4	6,1	14,6	19,6	21,0	19,2	240,9

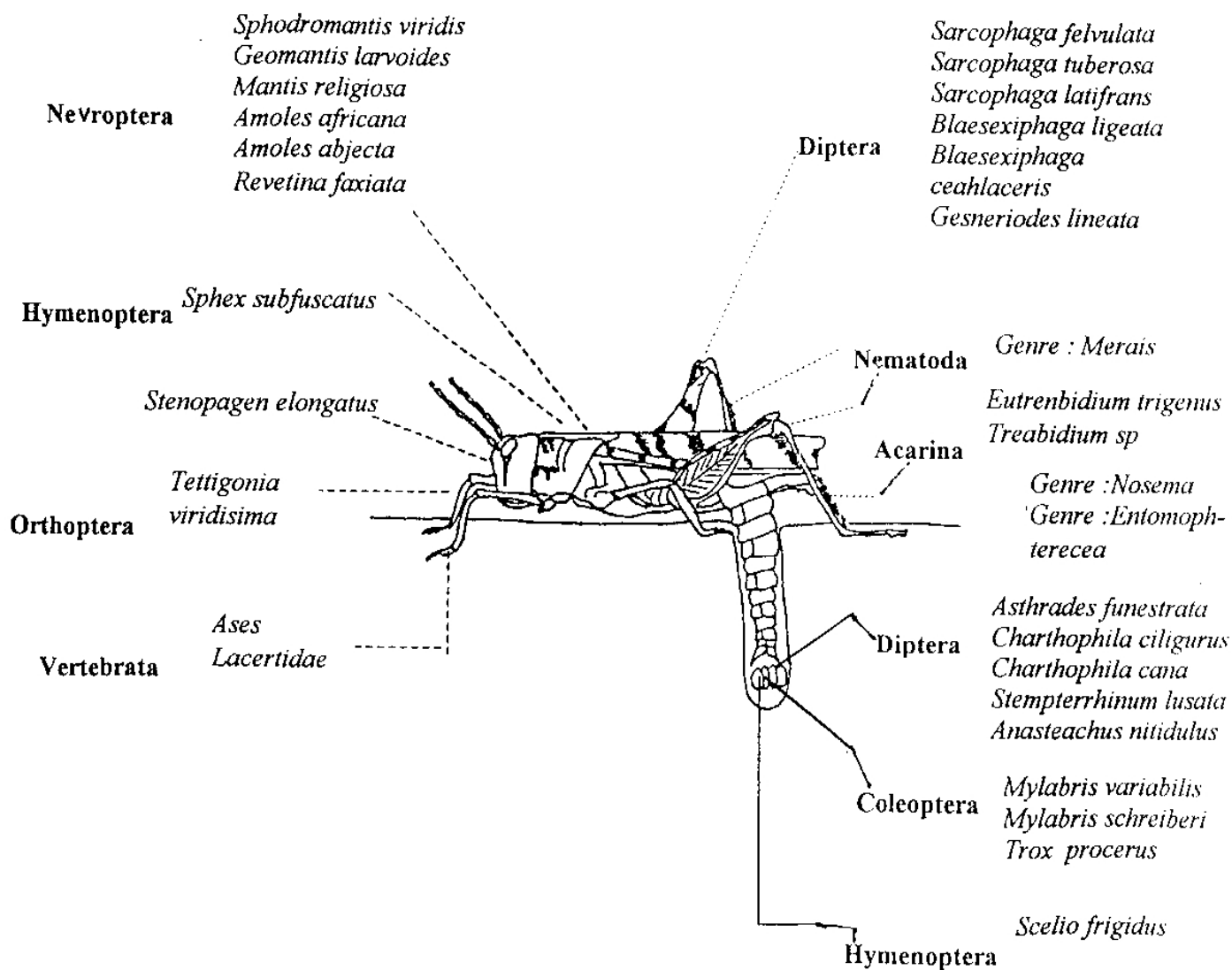
Annexe I.2: Moyennes mensuelles et annuelles des températures de quelques stations de la région de Sétif.

Stations	T °C	Jan	Fév	Mar	Av	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	An
Stations	Zone Nord													
Ain el-Kébira	m	3,2	3,7	5,3	7,4	11,7	15,8	19,6	17,4	15,8	11,1	6,4	4,2	10,1
	M	9,9	11,8	13,9	17,3	22,9	28,2	32,6	33,2	27,2	21,3	15,3	11,4	20,4
	Moy.	6,5	7,7	9,6	12,4	17,3	22	26,1	25,3	21,5	16,2	10,9	7,8	15,2
Guenzet	m	2,2	3	5,5	7,7	11,5	15,9	18,8	19,7	16	11,9	7,3	3,7	10,3
	M	7,8	10,1	14,2	19,3	23,2	28	30,2	30,4	25,6	19,7	13,7	8,8	19,3
	Moy.	5	6,5	9,7	13,5	17,3	21,9	24,5	25	20,8	15,8	10,5	6,25	14,8
Bougâa	m	3,3	3,3	4,5	6,5	11,4	15,3	18,3	19	14,6	10,8	7,1	4,1	9,9
	M	11,7	12,5	16,1	18,9	24,5	29,7	34	33,9	29	22,4	16,6	12,4	21,8
	Moy.	7,5	7,9	10,3	12,7	18	22,5	26,2	26,5	21,8	16,6	11,9	8,2	15,8
Stations	Zone Centrale													
Sétif	m	1,5	2,2	4,1	6,4	11,1	15,6	19,2	19,4	15,5	10,9	6,2	2,8	9,6
	M	9,4	11,2	13,8	17,2	22,9	29,0	33	32,7	27,3	20,8	14,6	10,4	20,2
	Moy.	5,4	6,7	8,9	11,8	17,0	22,3	26,1	26	21,4	15,8	10,4	6,6	14,9
El-Eulma	m	0,7	1,4	2,3	4,8	9	13,1	16,4	16	13,1	8,6	4,5	1,8	7,6
	M	10,1	12,2	15,1	18,9	24,4	29,5	33,6	33	28,1	22,1	15,3	11,1	21,1
	Moy.	5,4	6,8	8,7	11,9	16,7	21,3	25	24,5	20,6	15,4	9,9	6,4	14,3
Stations	Zone Sud													
Ain Oulmène	m	1,3	1,8	4,1	7,1	11,9	16,2	18,7	18,8	15,6	11,2	6,1	2,9	9,6
	M	10,1	13	15,9	19,1	24,9	30,9	35	34,6	28,9	22,7	15,6	11,8	21,9
	Moy.	5,7	7,4	10	13,1	18,4	23,6	26,9	26,7	22,3	17	10,9	7,3	15,7
Ain Azel	m	1,5	1,8	3,3	6	10,4	15	17,3	17,9	14,5	10,2	5,6	2,4	8,8
	M	10,2	12,6	15,1	18,7	24,6	30	33,1	34	28,4	21,9	15,7	11,5	21,3
	Moy.	5,8	7,2	9,2	12,4	17,5	22,5	25,2	26	21,5	16,1	10,7	6,9	15,0
Boutaleb	m	-2,3	-1,4	0,7	3,2	7,3	11,0	14,8	14,6	11,9	6,7	2,3	-1,1	5,7
	M	8,0	9	12,1	16,6	21,5	27,2	32,2	31,6	26,4	18,8	12,2	8,4	18,7
	Moy.	2,8	3,8	6,4	9,9	14,4	19,1	23,5	23,1	19,1	12,7	7,2	3,6	12,2

Annexe I.3 : Diagrammes ombrothermiques



Annexe II.1: Espèces ennemies des orthoptères recensées en Algérie.



Annexe II.2. Photos des plantes acridifuges

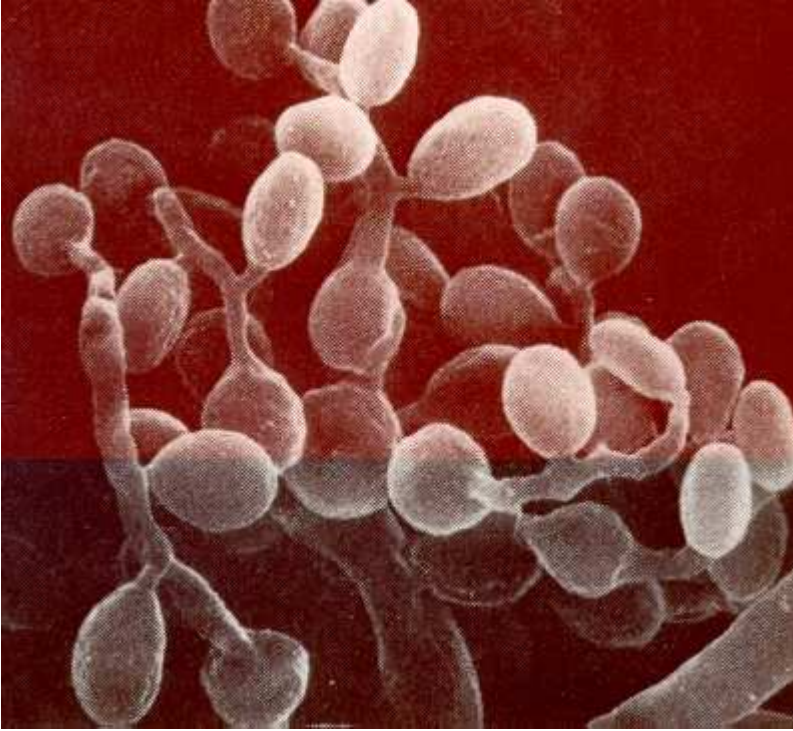


a- *Melia azedarach*: Feuilles, fleurs et fruits

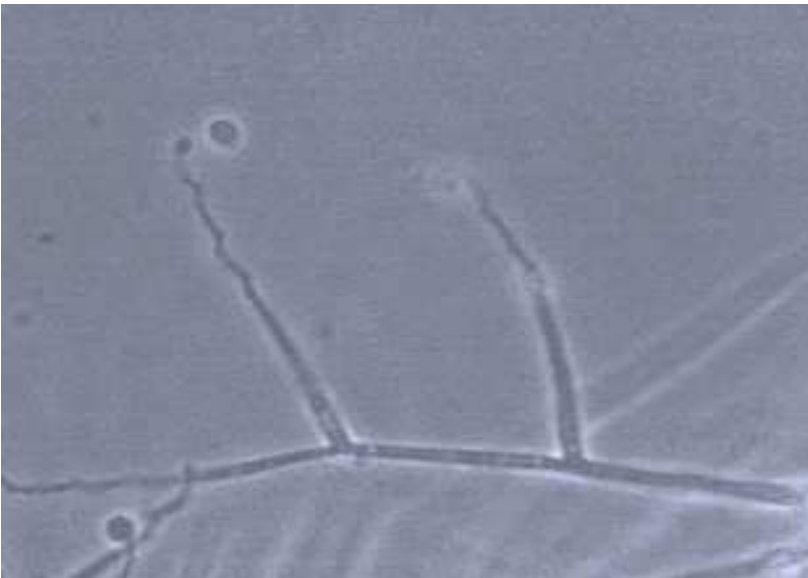


b- *Eucalyptus globulus*: Feuilles, fleurs et fruits

Annexe II.3. Photos du microchampignon *Beauveria bassiana*



a- Unité infectieuse: Spore de *Beauveria bassiana*



b- Hyphes et mycélium de *Beauveria bassiana*

Annexe III.1 a : Données climatiques des stations intensives de la zone centre de la région de Sétif

* Station Sétif

	1994	1995	1996	1997	1998	1999
T° Max. (°C)	21.4	20.3	19.3	20.7	20.0	20.9
T° Min. (°C)	10.2	9.4	9.0	10.4	9.8	10.5
T° Moy. (°C)	15.3	14.8	14.1	15.5	14.7	15.7
Pluvi. (mm)	272,9	351,0	423,8	337,6	293,9	430,9

* Station Ain arnat

	1994	1995	1996	1997	1998	1999
T°Max. (°C)	21.4	20.3	19.3	20.7	20.0	20.9
T° Min. (°C)	10.2	9.4	9.0	10.4	9.8	10.5
T° Moy. (°C)	15.3	14.8	14.1	15.5	14.7	15.7
Pluvi. (mm)	272,9	422,4	442,9	402,4	455,9	384,0

* Station Mezloug

	1994	1995	1996	1997	1998	1999
T°Max. (°C)	20,2	19,5	21,2	20,1	23,4	19,4
T° Min. (°C)	9,6	11,7	8,2	10,1	10,0	11,4
T° Moy. (°C)	14,9	15,6	14,7	15,1	16,7	15,4
Pluvi. (mm)	268,9	418,4	439,9	399,7	452,7	381,0

* Station El eulma

	1994	1995	1996	1997	1998	1999
T°Max. (°C)	21.1	20.1	19.2	20.6	19.9	20.8
T° Min. (°C)	8.6	8.4	8.8	9.2	8.6	9.3
T° Moy. (°C)	14.8	14.2	14.0	14.9	14.2	15.1
Pluvi. (mm)	330.0	400.5	354.6	308.8	355.5	350.6

Annexe III.1 b : Données climatiques des stations intensives de la zone nord de la région de Sétif.

* Station Djémila

	1994	1995	1996	1997	1998	1999
T°Max. (°C)	19.7	19.2	18.9	20.3	19.6	20.4
T° Min. (°C)	9.6	9.2	8.6	10.1	9.4	9.8
T°Moy. (°C)	14.6	14.2	13.7	15,2	14.5	15.1
Pluvi. (mm)	308,4	441,7	442,3	328,9	525,8	395,7

* Station Guergour

	1994	1995	1996	1997	1998	1999
T°Max. (°C)	20.4	20.1	19.5	20.1	20.2	20.7
T° Min. (°C)	9.8	9.3	9.1	9.7	9.4	10.1
T°Moy. (°C)	15.1	14.7	14.3	14.9	14.8	15.4
Pluvi. (mm)	329,0	394,7	562,7	457,3	666,8	474,0

Station Amoucha

	1994	1995	1996	1997	1998	1999
T°Max. (°C)	21.5	20.1	19.5	20.3	20.5	21.3
T° Min. (°C)	10.0	8.9	9.2	10.1	9.3	9.8
T° Moy. (°C)	15.7	14.5	14.3	15.2	14.9	15.6
Pluvi. (mm)	373.6	498.1	655.1	559.2	705.6	494.1

Annexe III.1 c : Données climatiques des stations intensives de la zone sud

* Station Guellal

	1994	1995	1996	1997	1998	1999
T°Max. (°C)	21.5	22.8	20.9	22.8	22.2	22.3
T° Min. (°C)	9.3	9.6	9.8	10.5	9.7	10.1
T ° Moy. (°C)	15.4	16.2	15.4	16.6	16.0	16.2
Pluvi. (mm)	289.2	352.1	411.6	340.6	309.2	329.8

* Station Ain Azel

	1994	1995	1996	1997	1998	1999
T°Max. (°C)	21.3	20,6	20,4	21,1	20.0	20.8
T° Min. (°C)	8.8	8,2	8.6	9.1	8.5	9.2
T ° Moy. (°C)	15.0	14,4	14.5	15.1	14.2	15.0
Pluvi. (mm)	194,9	325,1	315,1	290,0	219,7	261,5

* Station Draa el Mead

	1994	1995	1996	1997	1998	1999
T°Max. (°C)	21.3	22.7	20.7	22.6	22.0	22.1
T° Min. (°C)	9.0	9.4	9.7	10.3	9.6	9.9
T° Moy. (°C)	15.1	16.1	15.2	16.4	15.8	16.0
Pluvi. (mm)	109.0	351.0	423.8	337.6	293.9	430.9

* Station Salah bey

	1994	1995	1996	1997	1998	1999
T°Max. (°C)	21.1	22.5	20.5	22.4	21.8	21.9
T° Min. (°C)	9.0	9.2	9.5	10.0	9.4	9.7
T° Moy. (°C)	15.1	16.0	15.0	16.2	15.6	15.8
pluvi. (mm)	204.2	317,5	318,9	268,2	260,6	282.8

* Station Ain ben Aied

	1994	1995	1996	1997	1998	1999
T°Max. (°C)	22.4	21.2	20.3	22.1	21.4	21.5
T° Min. (°C)	9.3	9.2	9.4	9.6	9.1	9.4
T° Moy. (°C)	15.8	15.2	14.9	15.6	15.3	15.5
Pluvi. (mm)	320,8	325,2	485.0	322.6	283.9	422.9

Annexe III.2: Composition floristique dans les différentes stations d'étude de la région de Sétif

St1	St2	St3	St4	St5	St6	Espèces végétales	St7	St8	St9	St10	St11	St12
0	1	0	0	0	+	<i>Adonis annua</i> L.	0	+	0	+	+	+
0	0	+	1	0	0	<i>Aegilops ventricosa</i> Tauc	+	0	0	0	0	0
3	0	0	2	0	0	<i>Aegilops triuncialis</i> L.	+	0	0	0	0	0
0	0	0	+	0	+	<i>Allium roseum</i> L.	+	0	0	0	0	0
0	1	1	0	+	0	<i>Anacyclus clavatus</i> Desf.	0	0	0	+	1	0
+	0	+	0	0	0	<i>Anchusa azurea</i> Bor.	0	0	0	0	0	0
0	0	0	+	0	0	<i>Asperula arvensis</i> L.	+	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	<i>Astragalus pentaglottis</i> L.	0	+	0	+	0	+
0	0	0	0	0	0	<i>Astragalus sesameus</i> L.	0	1	+	+	+	1
+	0	+	0	0	1	<i>Avena alba</i> Vahl.	0	0	0	0	0	0
+	1	0	+	0	+	<i>Avena sterilis</i> L.	+	0	0	0	0	0
0	+	0	0	0	+	<i>Beta vulgaris</i> L.	0	0	0	0	0	0
0	0	+	0	+	0	<i>Bromus madretenensis</i> L.	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	+	0	<i>Bromus sterilis</i> L.	0	0	0	0	0	0
1	0	+	0	0	0	<i>Bromus rubens</i> L.	0	+	1	3	2	3
1	1	+	0	2	+	<i>Bunium incrassatum</i> Bois.	0	0	2	1	+	+
0	0	0	0	0	0	<i>Calendula bicolor</i> Raf.	0	+	0	+	0	+
1	0	+	0	+	0	<i>Calundula arvensis</i> L.	0	+	1	+	0	0
0	0	0	0	0	0	<i>Carduncellus pinnatus</i>	0	+	0	+	0	+
+	0	1	0	0	0	<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	0	0	2	0	1	0
0	0	+	0	0	0	<i>Carthamus lanatus</i> L.	0	0	+	0	+	0
0	0	0	0	0	0	<i>Centaurea calcitropa</i> L.	0	2	1	1	+	0
0	0	0	0	0	0	<i>Centaurea involucrata</i> L.	0	0	1	0	0	+
1	0	+	0	0	0	<i>Centaurea pullata</i> L.	0	+	0	+	0	+
0	0	0	0	0	0	<i>Cirsium glabrum</i> L.	0	+	0	+	0	+
1	1	0	2	0	2	<i>Convolvulus arvensis</i>	1	0	0		0	0
0	0	+	0	+	0	<i>Crepis vesicaria</i> L.	0	0	0	+	0	0
0	0	0	0	0	0	<i>Cynodon dactylon</i> Pers.	0	0	0	+	0	+
0	+	1	+	+	1	<i>Daucus carota</i> L.	+	0	0	+	0	0
1	1	0	0	0	2	<i>Diplotaxis erucoides</i> (L.)	0	0	0	0	0	0
1	2	+	0	0	2	<i>Diplotaxis virgata</i> (L.)	0	0	0	1	1	0
2	0	1	0	0	0	<i>Echinops spinosus</i> L.	0	0	0	0	2	2
0	0	+	0	+	0	<i>Echium arenarium</i> L.	0	0	0	0	0	0
+	+	0	0	0	0	<i>Erodium cicutarium</i> L'Hr.	0	0	+	+	0	0
0	+	+	0	0	+	<i>Erygium campestre</i> L.	0	+	0	+	0	+
0	+	0	0	0	0	<i>Filago spathulata</i> Presl	0	0	+	0	+	0
0		+	0	+	0	<i>Galium aparine</i> , L.	0	0	0	0	0	0
0	+	+	0	0	+	<i>Galium tricorne</i> Witth	0	+	0	0	+	+

St1	St2	St3	St4	St5	St6	Espèces végétales (suite)	St7	St8	St9	St10	St11	St12
0	0	0	0	0	0	<i>Hedypnois cretica</i> Willd.	0	+	0	+	0	+
0	0	0	0	0	0	<i>Hedysarum flexuosum</i> L.	0	+	+	0	+	0
0	0	1	+	0	0	<i>Hirschfeldia incana</i> (L.)	0	1	0	1	2	2
1	0	+	+	0	0	<i>Hordeum murinum</i> L.	0	+	0	+	0	0
0	0	0	0	0	0	<i>Hypocoum pendulum</i>	0	0	0	1	1	+
0	0	+	0	0	0	<i>Iris sisyriuchium</i> L.	0	0	+	0	+	0
0	0	0	0	0	0	<i>Koeleria phleoides</i>	0	0	0	0	0	0
1	0	+	0	0	+	<i>Launea residifolia</i> O.K.	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	<i>Lithospermum arvense</i> L.	0	+	0	+	0	+
0	+	0	0	0	+	<i>Lobularia maritima</i>	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	<i>Lolium multiflorum</i> Lamk.	0	1	+	0	+	0
1	+	0	+	2	+	<i>Lolium perenne</i> L.	+	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	<i>Lolium rigidum</i> Gaud.	0	+	0	+	0	+
2	0	1	0	+	0	<i>Malva sylvestris</i>	+	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	<i>Mathiola fruticulosa</i> (L)	0	+	0	+	+	+
+	0	1	0	+	0	<i>Medicago hispida</i> Gaerth.	1	0	0	0	+	0
0	0	+	0	+	0	<i>Medicago sativa</i> L.	0	0	+	+	+	0
0	0	1	2	1	0	<i>Muscari comosum</i> (L.)	0	0	0	0	0	0
+	0	+	0	0	0	<i>Neslia paniculata</i> Desf.	0	0	0	+	+	0
2	1	1	1	0	2	<i>Papaver rhoaes</i> L.	+	0	0	0	+	0
0	0	0	0	0	0	<i>Picnomon acarna</i> (L.)	0	0	+	+	+	0
+	0	+	0	0	0	<i>Picris echioides</i> L.	0	0	0	0	0	0
2	0	2	0	0	+	<i>Plantago lagopus</i> L.	0	0	2	0	0	1
1	+	0	+	0	+	<i>Ranunculus arvensis</i> L.	+	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	<i>Ranunculus macrophyllus</i>	0	+	+	0	+	+
0	0	+	0	0	+	<i>Ranunculus sardous</i> Crat	+	0	0	0	0	0
+	0	1	0	2	0	<i>Rapistrum rugosum</i> (L.)	0	0	0	2	1	0
+	0	0	+	+	0	<i>Reseda alba</i>	0	0	0	0	0	0
1	0	2	0	1	0	<i>Salvia verbanica</i>	0	0	0	1	0	+
0	0	+	0	1	0	<i>Scandix pecten- veneris</i> L.	+	0	1	0	0	+
+	0	1	0	0	0	<i>Scolymus hispanicus</i>	0	0	1	0	0	+
0	+	0	0	0	2	<i>Scolymus maculatus</i>	0	0	0	0	0	0
0	+	+	0	0	0	<i>Scorzonera laciniata</i> L.	0	0	+	0	+	+
0	0	0	2	+	0	<i>Scrophylaria canina</i> L.	0	+	0	0	+	0
+	0	2	1	0	0	<i>Silene inflata</i> S.m.	+	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	<i>Silybum marianum</i> Gae.	0	0	+	0	+	0
1	+	0	+	0	0	<i>Sinapis alba</i> L.	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	+	<i>Sinapis arvensis</i> L.	0	0	0	+	1	0

St1	St2	St3	St4	St5	St6	Espèces végétales (suite)	St7	St8	St9	St10	St11	St12
+	0	0	+	0	0	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	0	0	+	+	+	+
0	4	0	0	0	3	<i>Triticum durum</i> L.	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	<i>Turgenia latifolia</i> Hoffm.	0	1	+	0	+	0
0	+	0	0	0	0	<i>Vacaria pyramidata</i> Me	0	+	0	+	0	0
0	0	0	0	0	0	<i>Valerianella coronata</i> (L.)	0	0	0	+	0	+
0	1	1	+	0	0	<i>Veronica agrestis</i> L.	+	0	0	0	0	0
+	+	+	1	0	1	<i>Vicia sativa</i> L.	+	0	0	0	0	0
0	+	0	0	0	+	<i>Vicia tetrasperma</i>	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	<i>Xeranthemum inapertum</i>	0	0	0	+	0	+
36	25	44	20	19	24	Nombre des espèces	17	24	23	35	32	29
40	70	50	80	60	80	Taux de recouvrement (%)	80	30	30	40	60	40
10	15	10	30	20	25	Hauteur Moy. (cm)	30	10	15	10	15	10
1100	1070	950	970	850	920	Altitude (m)	890	908	940	935	945	950
Nul.	Sud	Est	Est	Sud	Nul.	Exposition	Est	Ouest	Nord	Sud	Est	Sud
0	5	2	10	20	0	Pente %	10	3	2	3	2	3
8	8	8	4	4	8	Surface (m ²)	8	4	4	8	8	8

Stations d'étude:

St1: Sétif

St2: Ain arnat

St3: El-eulma

St4: Mezloug

St5: Djémila

St6: Amoucha

St7: Hammam Guergour

St8: Guellal

St9: Ain azel

St10: Draa el mead

St11: Salah bey

St12: Ain ben Aied

Annexe III.3: Fiche de relevés

Fiche1: de Relevés Zooécologiques durant la période d'étude

N° de relevé:

Coordonnées Géographiques : Latitude : Longitude

Lieu :

Surface :

Commune

Date : heure :

Fiche 2 : données sur le milieu physique

Pente :

Exposition : Nord, Sud, Est, Ouest

Influence mésoclimatique de la station: abritée, peu abritée, très abritée

Caractères de la surface du sol (cailloux): Absence de cailloux, Présence de cailloux

Conditions hydriques de la station: très sèche, sèche, humidité moyenne, humide, très humide

Conditions météorologiques de la station: Température, Couverture nuageuse, vent,

Milieux environnants: route ou sentier, habitation

Annexe IV.1.a: Liste des orthoptères collectés dans la région de Sétif.

Espèces	Code	Sous-ordres	Familles
<i>Decticus albifrons</i> (Fabricius, 1793)	Dea	Ensifera	Tettigoniidae
<i>Platycleis laticauda</i> (Brunner, 1882)	Pla	Ensifera	Tettigoniidae
<i>Platycleis tessellata</i> (Charpentier, 1825)	Plt	Ensifera	Tettigoniidae
<i>Odentura algeriana</i> (Brunner, 1878)	Oda	Ensifera	Tettigoniidae
<i>Odentura maroccana</i> (Bolivar, 1908)	Odm	Ensifera	Tettigoniidae
<i>Praephippiger pachygaster</i> , (Lucas, 1849)	Prp	Ensifera	Tettigoniidae
<i>Tmethis cisti</i> (Fabricius, 1787)	Tmc	Caelifera	Pamphagidae
<i>Tmethis laevisculus</i> (Krauss, 1892)	Tml	Caelifera	Pamphagidae
<i>Acinipe tibialis</i> (Fieber, 1853)	Act	Caelifera	Pamphagidae
<i>Pamphagus elephas</i> (Linnaeus, 1758)	Pae	Caelifera	Pamphagidae
<i>Pamphagus marmoratus</i> (Burneister, 1838)	Pam	Caelifera	Pamphagidae
<i>Ocneridia volxemi</i> (Bolivar, 1878)	Ocv	Caelifera	Pamphagidae
<i>Ocneridia microptera</i> (Brisout, 1850)	Ocm	Caelifera	Pamphagidae
<i>Ocneridia nigropunctata</i> (Lucas, 1849)	Ocn	Caelifera	Pamphagidae
<i>Pyrgomorpha conica</i> (Olivier, 1791)	Pyc	Caelifera	Pyrgomorphidae
<i>Pyrgomorpha cognata</i> (Krauss, 1877)	Pyg	Caelifera	Pyrgomorphidae
<i>Calliptamus wattenwyllianus</i> (Pantel, 1896)	Caw	Caelifera	Acrididae
<i>Calliptamus barbarus</i> (Costa, 1836)	Cab	Caelifera	Acrididae
<i>Anacridium aegyptium</i> (Linnaeus, 1764)	Ana	Caelifera	Acrididae
<i>Truxalis nasuta</i> (Linnaeus, 1758)	Trn	Caelifera	Acrididae
<i>Pezotetix giornai</i> (Rossi, 1794)	Peg	Caelifera	Acrididae
<i>Thalmopena algeriana</i> (Lucas, 1849)	Tha	Caelifera	Acrididae
<i>Acrotylus patruelis</i> (Herrich-Schaffer, 1838)	Acp	Caelifera	Acrididae
<i>Acrotylus longipes</i> (Charpentier, 1843)	Acl	Caelifera	Acrididae
<i>Acrotylus insubricus</i> (Scopoli, 1786)	Aci	Caelifera	Acrididae
<i>Aiolopus strepens</i> (Latreille, 1804)	Ais	Caelifera	Acrididae
<i>Oedaleus decorus</i> (Germar, 1826)	Oed	Caelifera	Acrididae
<i>Oedipoda miniata</i> (Pallas, 1771)	Oem	Caelifera	Acrididae
<i>Oedipoda fuscocincta</i> (Lucas, 1849)	Oef	Caelifera	Acrididae
<i>Oedipoda coerulescens</i> (Linnaeus, 1758)	Oec	Caelifera	Acrididae
<i>Sphingonotus coerulans</i> (Linnaeus, 1767))	Spc	Caelifera	Acrididae
<i>Dociostaurus maroccanus</i> (Thunberg, 1815)	Dom	Caelifera	Acrididae
<i>Dociostaurus jagoi jagoi</i> (Soltani, 1978)	Doj	Caelifera	Acrididae
<i>Omocestus ventralis</i> (Zettersted, 1821)	Omv	Caelifera	Acrididae
<i>Omocestus raymondi</i> (Yersin, 1863)	Omr	Caelifera	Acrididae
<i>Omocestus lucasi</i> (Brisout, 1851)	Oml	Caelifera	Acrididae

Annexe IV.1.b: Espèces récoltées au niveau des stations de la zone centrale zone centrale

Decticus albifrons
Oedalus decorus
Thalmopena algeriana
Omocestus ventralis
Omocestus raymondi
Pyrgomorpha cognata
Acinipe tibialis
Acrotylus patruelis,
Calliptamus barbarus,
Calliptamus wattenwyllianus
Praehippiger pachygaster
Oedalus decorus
Acinipe tibialis
Ocneridia volxemi
Dociostaurus maroccanus

Annexe IV.1.c: Espèces récoltées au niveau des stations de la zone nord

Pamphagus elephas
Pamphagus marmoratus
Aiolopus strepens
Odentura algeriana
Ocneridia volxemi
Odentura marocana
Truxalis nasuta
Calliptamus wattenwyllianus

Annexe IV.1.d: Espèces récoltées au niveau des stations de la zone sud

<i>Decticus albifrons</i>	<i>Pezotetix giornai</i>
<i>Platycleis laticauda</i>	<i>Thalmopena algeriana</i>
<i>Platycleis tessellata</i>	<i>Acrotylus longipes</i>
<i>Praehippiger pachygaster</i>	<i>Acrotylus insubricus</i>
<i>Tmethis cisti</i>	<i>Aiolopus strepens</i>
<i>Tmethis laevisculis</i>	<i>Oedipoda miniata</i>
<i>Acinipe tibialis</i>	<i>Oedipoda fuscocincta</i>
<i>Ocneridia volxemi</i>	<i>Oedipoda caerulescens</i>
<i>Ocneridia microptera</i>	<i>Sphingonotus coeruleans</i>
<i>Ocneridia nigropunctata</i>	<i>Dociostaurus maroccanus</i>
<i>Pyrgomorpha conica</i>	<i>Dociostaurus jagoi jagoi</i>
<i>Calliptamus wattenwyllianus</i>	<i>Calliptamus barbarus</i>
	<i>Anacridium aegyptium</i>

Annexe IV.2: Les fréquences centésimales des espèces d'orthoptères récoltés dans la région de Sétif.

Espèces	Sous-ordre	Familles	Fr. (%)
Groupe I			
<i>Ocneridia volxemi</i>	Caelifera	Pamphagidae	75,58
<i>Dociostaurus maroccanus</i>	Caelifera	Acrididae	70,58
<i>Decticus albifrons</i>	Caelifera	Tettigoniidae	68,16
<i>Calliptamus wattenwyllianus</i>	Caelifera	Acrididae	66,13
<i>Praehippiger pachygaster</i>	Caelifera	Tettigoniidae	63,10
<i>Pezotetix giornai</i>	Caelifera	Acrididae	58,51
<i>Platycleis laticauda</i>	Caelifera	Tettigoniidae	56,77
<i>Tmethis laevisculus</i>	Caelifera	Pamphagidae	56,77
<i>Tmethis cisti</i>	Caelifera	Pamphagidae	50,22
<i>Acrotylus patruelis</i>	Caelifera	Acrididae	50,22
Groupe II			
<i>Oedipoda miniata</i>	Caelifera	Acrididae	44,10
<i>Aiolopus strepens</i>	Caelifera	Acrididae	42,66
<i>Omocestus raymondi</i>	Caelifera	Acrididae	39,74
<i>Odentura algeriana</i>	Caelifera	Tettigoniidae	36,02
<i>Omocestus ventralis</i>	Caelifera	Acrididae	33,19
<i>Oedipoda fuscocincta</i>	Caelifera	Acrididae	33,19
<i>Pyrgomorpha conica</i>	Caelifera	Pyrgomorphidae	33,19
Groupe III			
<i>Dociostaurus jagoi jagoi</i>	Caelifera	Acrididae	19,43
<i>Omocestus lucasi</i>	Caelifera	Acrididae	15,28
<i>Ocneridia microptera</i>	Caelifera	Pamphagidae	15,06
<i>Oedipoda caerulescens</i>	Caelifera	Acrididae	10,26
<i>Sphingonotus caeruleus</i>	Caelifera	Acrididae	10,26
<i>Calliptamus barbarus</i>	Caelifera	Acrididae	10,26
<i>Platycleis tessellata</i>	Caelifera	Tettigoniidae	10,26
<i>Odentura maroccana</i>	Caelifera	Tettigoniidae	10,04
<i>Pamphagus marmoratus</i>	Caelifera	Pamphagidae	10,04
<i>Acrotylus longipes</i>	Caelifera	Acrididae	10,04
<i>Thalmopena algeriana</i>	Caelifera	Pamphagidae	10,04
<i>Ocneridia nigropunctata</i>	Caelifera	Pamphagidae	10,04
<i>Acrotylus insubricus</i>	Caelifera	Acrididae	10,04
<i>Pyrgomorpha cognata</i>	Caelifera	Pyrgomorphidae	05,43
<i>Anacridium aegyptium</i>	Caelifera	Acrididae	05,43
<i>Oedaleus decorus</i>	Caelifera	Acrididae	05,26
<i>Truxalis nasuta</i>	Caelifera	Acrididae	05,26
<i>Acinipe tibialis</i>	Caelifera	Acrididae	05,26
<i>Pamphagus elephas</i>	Caelifera	Pamphagidae	05,26

Annexe IV. 3: Pourcentage d'inertie et valeurs propres des trois premiers axes de l'AFC réalisées sur l'ensemble des variables d'après leurs modalités.

STAT. Poids Factor. (Sans Rot.) (mus1.sta)			
ANALYSE Extraction: Composantes Princ.			
FACTOR. (Poids marqués > ,700000)			
Variable	Fact. 1	Fact. 2	Fact. 3
FRICHE	,433378	,684180	-,118718
JACHÈRE	,190785	,121296	-,096994
CÉRÉALE	,054271	-,030334	-,169376
PRAIRIE	-,314240	-,332935	-,037535
HUMIDE	-,739916*	-,246714	-,093300
P_HUMIDE	-,443108	,576228	,296130
SEC	,390604	,162230	,231872
T_SEC	,536153	-,329650	-,518778
SUD	-,106638	,490795	,093365
NORD	-,478068	-,207549	-,214910
EST	,601367	,369774	-,233179
OUEST	-,491156	-,579942	,119474
NULLE	-,025589	-,214441	-,419432
RASE	,701172*	-,227073	,121812
MOY	,113185	,450207	,212458
HAUTE	-,486331	,041081	-,329133
PLUIE1	,769562*	-,055381	-,207504
PLUIE2	-,088917	,711477*	-,402541
PLUIE3	-,746760*	-,022474	-,060784
T_ELEVEE	,547883	-,478745	-,316719
ELEVÉE	,550748	,276015	-,240178
MOY	-,332376	,710219*	-,400156
FAIBLE	-,669325	,119996	,035328
AC_FORTE	,645279	-,167729	-,114848
AC_MOY	-,284268	,301215	-,448635
AC_FAIBL	-,181992	-,093227	-,486335
CAILLOUX	,742324*	,201215	,006873
PEU_CAIL	-,543051	,345220	-,398808
R_T_FORT	-,275247	-,239415	-,616704
R_FORT	-,499932	,017748	-,257311
R_MOY	,371414	,331770	,102213
R_FAIBLE	,600541	-,195337	-,469633
Var Expl	7,614488	4,008460	2,756448
Prp. Tot	,237953	,125264	,086139

Annexes IV.4: Pourcentage d'inertie et valeurs propres des trois premiers axes de l'AFC sur quelques descripteurs discriminants.

a: température

STAT. Poids Factor. (Sans Rot.) (mus1.sta)			
ANALYSE Extraction: Composantes Princ.			
FACTOR. (Poids marqués > ,700000)			
Variable	Fact. 1		Fact. 2
T_ELEVEE	-,766373	*	-,291071
ELEVÉE	-,526047		,750317
MOY	,640594		,621940
FAIBLE	,780579	*	-,290526
Var Expl	1,883717		1,118913
Prp. Tot	,470929		,279728

Annexes IV.4: (suite).

STAT. Poids Factor. (Sans Rot.) (musl.sta)
 ANALYSE Extraction: Composantes Princ.
 FACTOR. (Poids marqués > ,700000)

b- Hygrotrrophie édaphique

Variable	Fact. 1	Fact. 2
HUMIDE	-,645838	,499063
P_HUMIDE	-,755803 *	-,424077
SEC	,442259	-,743546 *
T_SEC	,784849 *	,421272
Var Expl	1,799927	1,159235
Prp. Tot	,449982	,289809

STAT. Poids Factor. (Sans Rot.) (musl.sta)
 ANALYSE Extraction: Composantes Princ.
 FACTOR. (Poids marqués > ,700000)

c- Précipitation

Variable	Fact. 1	Fact. 2
PLUIE1	,922272	*
PLUIE2	-,255728	
PLUIE3	-,908619	*
Var Expl	1,741572	
Prp. Tot	,580524	

STAT. Poids Factor. (Sans Rot.) (musl.sta)
 ANALYSE Extraction: Composantes Princ.
 FACTOR. (Poids marqués > ,700000)

d- Nature de la station

Variable	Fact. 1	Fact. 2
FRICHE	,102291	,847039 *
JACHÈRE	,437944	,466637
CÉRÉALE	,880746 *	,125701
PRAIRIE	,742472 *	-,541052
Var Expl	1,529237	1,243763
Prp. Tot	,382309	,310941

STAT. Poids Factor. (Sans Rot.) (musl.sta)
 ANALYSE Extraction: Composantes Princ.
 FACTOR. (Poids marqués > ,700000)

e- taux de recouvrement végétal

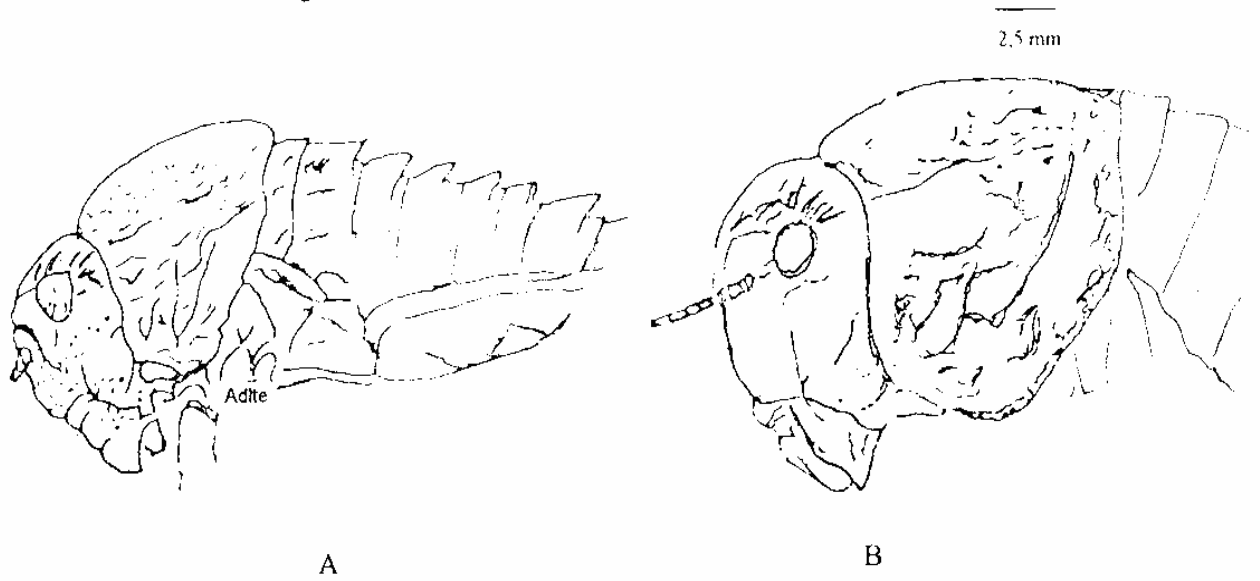
Variable	Fact. 1	Fact. 2
R_T_FORT	-,679841	-,584792
R_FORT	-,885890 *	,052646
R_MOY	,682536	,063683
R_FAIBLE	,474084	-,831906 *
Var Expl	1,937596	1,040877
Prp. Tot	,484399	,260219

STAT. Poids Factor. (Sans Rot.) (musl.sta)
 ANALYSE Extraction: Composantes Princ.
 FACTOR. (Poids marqués > ,700000)

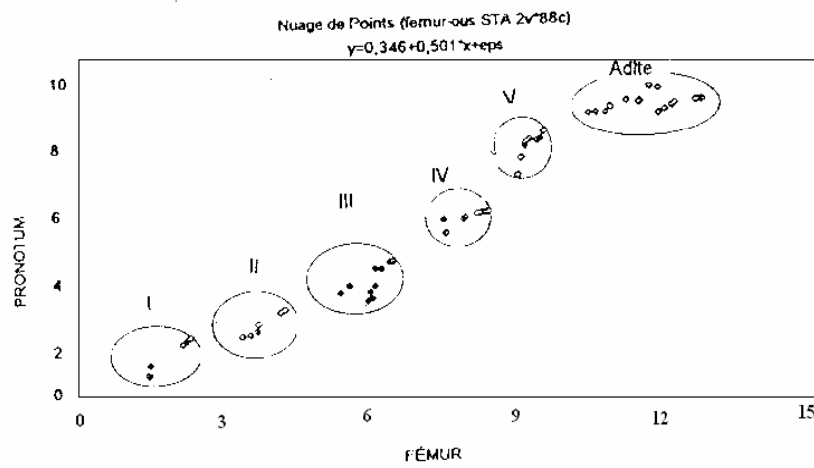
f- Hauteur de la végétation

Variable	Fact. 1	Fact. 2
RASE	,887733	*
MOY	,307279	
HAUTE	-,906200	*
Var Expl	1,703688	
Prp. Tot	,567896	

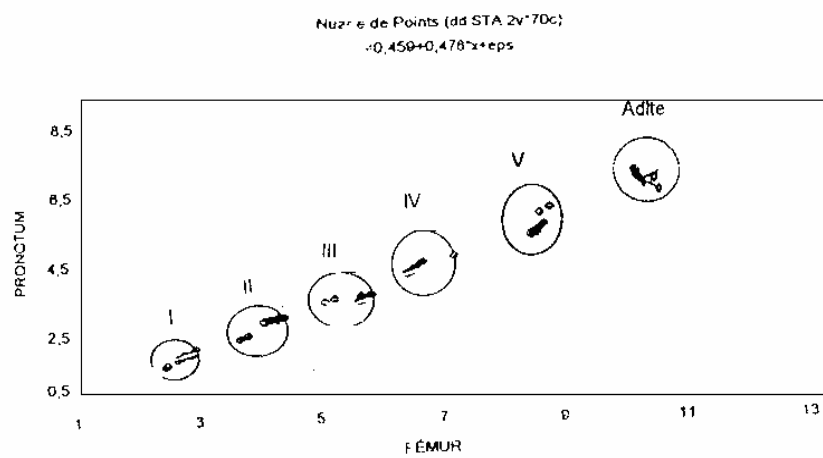
Annexe IV.5 : Imagos mâle (A) et femelle (B) d' *Oeneridia volxemi*



Annexe IV.6 : Graphes montrant les mesures biométriques moyennes des différents stades de développement chez les femelles (A) et mâles (B) d' *O. volxemi*.



A



Annexe IV.7 : Effectifs de la population à *O.volxemi* selon les deux méthodes Jolly et au cadre.

Tableaux établissant le plan d'échantillonnage et permettant de calculer l'effectif de la population selon la méthode Jolly. i = jour de capture

Nb d'individus capturés	Nb d'individus relâchés					
n_i	m_i					
n_1	m_1	21 Mai				
n_2	m_2	a	26 Mai			
n_3	m_3	b	b'	1 Juin		
n_4	m_4	c	c'	c''	5 Juin	
n_5	m_5	d	d'	d''	d'''	10 Juin
$R_i =$		a+b+c +d	b'+c' +d'	c'' + d''		

Tableau permettant de calculer Z_i

21 Mai					
a	26 Mai				
b	b+b'	1 Juin			
c	c+c'	c+c'+c''	5 Juin		
d	d+d'	d+d'+d''	d+d'+d''+d'''	10 Juin	
b+c+d Z_2	c+c'+d+d'	d+d'+d''	Z_5	Z_6	$Z(i-1) + 1$

Tableau correspondant aux captures-recaptures effectuées dans la population mâle d' *O. volxemi* le jour J3 (1juin)

n_i	m_i						
8	8	21 Mai					
11	11	4	26 Mai				
13	13	7	8	1 Juin			
7	7	3	5	6	5 Juin		
5	5	2	3	4	4	10 Juin	
3		1	2	2	3	3	6
$R_i =$			18	12	7	3	

Tableau correspondant aux captures-recaptures effectuées dans la population femelle d' *O. volxemi* le jour J3 (1juin)

n_i	m_i						
7	7	21 Mai					
13	13	9	26 Mai				
16	16	11	7	1 juin			
8	8	5	8	6	5 Juin		
6	6	3	4	5	4	10 Juin	
2		1	1	2	2	2	6
$R_i =$			20	13	6	2	

Exemple : Tableau des valeurs de Zi au J3 (1juin) dans la population mâle d' *O. volxemi*

21 Mai					
4	26 Mai				
7	15	1 Juin			
3	8	14	5 Juin		
2	5	9	13	10 juin	
1	3	5	8	11	
Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z (i-1) +1
13	16	14	8		

Exemple : Tableau des valeurs de Zi au J3 (1juin) dans la population femelle d' *O. volxemi*

21 Mai					
9	26 Mai				
11	18	1 Juin			
5	13	19	5 Juin		
3	7	12	16	10 juin	
1	2	4	6	8	
Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z (i-1) +1
20	22	16	6		

Evaluation de l'effectif de la population mâle et femelle selon les deux méthodes.

Date	Méthode de Jolly				Prélèvement au cadre						
	Mâle		Femelle		Date	Mâle	Femelle				
	Pi	Mi	α i	E.S	Pi	Mi	α i	E.S			
									19 Mars	0	0
1: 21 Mai									17 Avril	10	8
2: 26 Mai	33	11,94	0,36	2,62	32	22,00	0,69	0,18	02 Mai	28	23
3: 1 Juin	28	32,33	1,15	0,46	40	45,08	1,13	1,86	17 Mai	32	36
4: 5 Juin	15	30,33	2	1,02	17	40,33	2,38	1,30	01 Juin	20	14
5: 10 juin	10	26,33	2,6	1,40	13	34,00	2,66	1,11	18 Juin	8	10

Où :

Pi: Estimation de la population le jour i

Mi: Estimation du nombre total d'individus marqués dans la population le jour i

α i: Proportion d'individus marqués dans la population au moment de la recapture du jour i

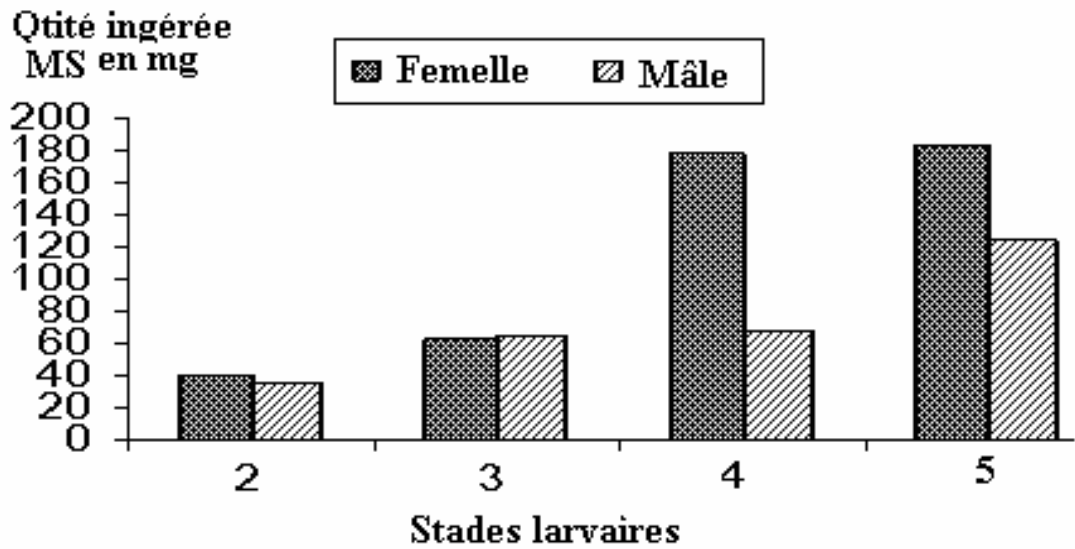
E.S: Erreur Standart

Annexe IV. 8: Régime alimentaire selon le sexe et les stades de développement d' *O.volxemi*

Espèces végétales	Fr. terra in %	L2		L3		L4		L5		Adulte	
		M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Poaceae											
<i>Aegilops triuncialis</i>	15,7	18,52	18,68	14,10	14,25	13,78	13,83	9,32	9,44	7,27	7,34
<i>Bromus sterilis</i>	1,12	6,97	7,10	6,61	7,14	8,71	8,82	6,16	6,56	4,89	4,91
<i>Bromus rubens</i>	2,86	6,12	6,25	5,85	6,10	5,99	6,66	4,67	4,88	3,11	3,16
<i>Lolium perenne</i>	2,13	5,31	5,44	4,32	5,18	6,89	7,05	4,68	4,75	3,22	3,68
<i>Lolium rigidum</i>	13,85	12,91	13,16	11,62	8,54	7,84	7,98	6,86	6,95	5,13	5,32
<i>Avena sterilis</i>	0,22	13,51	13,72	12,46	13,03	11,97	12,25	9,52	9,66	7,6	7,8
<i>Lolium multiflorum</i>	16,4	15,34	15,45	13,65	13,85	10,38	10,76	5,95	6,15	5,3	5,35
<i>Avena alba</i>	0,22	15,37	15,6	11,32	11,69	9,87	10,42	6,94	7,10	5,7	5,52
<i>Hordeum murinum</i>	1,78	0	0	4,23	4,39	3,51	3,57	3,10	3,15	2,89	3,10
Brassicaceae											
<i>Sinapis arvensis</i>	1,78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sinapis alba</i>	0,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplotaxis virgata.</i>	7,62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,12
<i>Diplotaxis eruroides</i>	6,32	0	0	0	0	0	0	0	0	1,55	1,66
<i>Rapistrum rugosum</i>	0,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Boraginaceae											
<i>Anchusa azurea</i>	0,41	0	0	0	0	0	0	3,54	3,59	1,68	1,76
Labiaceae											
<i>Salvia verbenaca</i>	1,9	0	0	0	0,22	0,58	0,61	2,58	2,62	2,95	3,10
Resedaceae											
<i>Reseda alba</i>	0,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Malvaceae											
<i>Malva sylvestris</i>	3,46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantaginaceae											
<i>Plantago lagopus</i>	8,33	0	0	4,24	4,31	6,45	6,51	7,12	7,25	5,48	5,52
Convolvulaceae											
<i>Convolvulus arvensis</i>	0,42	0	0	0	0	3,66	3,71	1,31	1,42	2,8	0,12
Asteraceae											
<i>Centaurea pullata</i>	1,22	0	0	0	0	2,55	2,62	5,06	5,12	9,36	9,41
<i>Echinops spinosus</i>	3,66	2,3	2,4	3,9	4,1	1,93	2,1	2,1	2,3	2,4	2,51
<i>Calundula arvensis</i>	0,66	0	0	0	0	0	0	4,1	0	2,95	3,10
<i>Scolymus hispanicus</i>	0,22	0	0	0	0	0	0	3,4	3,60	3,2	3,28
<i>Carduus pycnocephalus</i>	0,22	0	0	0	0	3,4	0	3,62	3,77	4,17	4,21
<i>Sonchus oleraceus</i>	0,41	0	0	0	0	0	0	2,1	2,22	3,46	3,50
<i>Launea resedifolia</i>	0,46	0	0	0	0	0	0	2,95	3,1	3,3	3,4
<i>Picris echioides</i>	1,22	0	0	0	0	0	0	0	0	4,1	4,20
Geraniaceae											
<i>Erodium cicutarium.</i>	1,13	0	0	0	0	0	0	1,85	1,92	3,82	3,91
Apiaceae											
<i>Bunium incrassatum</i>	1,12	1,97	2,1	0,82	0,86	1,51	1,54	1,55	1,68	0	0
Ranunculaceae											
<i>Ranunculus arvensis</i>	0,41	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0,54	0,61

Papaveraceae												
<i>Papaver rhoeas</i>	0,32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae												
<i>Vicia sativa</i>	0,22	0	0	0	0	0	0	0	0,31	2,1	2,20	
<i>Medicago hispida</i>	1,13	0	0	3,92	4,10	0,98	1,10	1,52	1,56	0,55	0,61	
<i>Medicago aculeata</i>	0,41	0	0	0	0	0	0,22	0	0,50	0,48	0,60	
Caryophyllaceae												
<i>Silene inflata</i>	1,13	1,68	0	2,96	3,1	0	0,25	0	0	0	0	
Total	36	11	10	14	15	17	18	23	25	26	28	

Annexe IV. 9 : Consommation chez les larves d' *Ocneridia volxemi* depuis le stade 2 au stade 5



AnnexeIV.10: Effet des 3 doses des extraits huileux des fruits de *Melia azedarach* sur la consommation des larves d'*Ocneridia volxemi* (Moyenne et Ecart-type en % de 2 répétitions). (Moyenne et Ecart-type en % de 2 répétitions).). Les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significatifs au seuil $P < 0,05$, en colonne)

Conc	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H
C1	3,33 ± 1,52 ^a	2,00 ± 1,00 ^a	0,66 ± 0,57 ^a	0,00	0,00
C2	4,33 ± 1,15 ^{a,b}	2,33 ± 0,57 ^b	1,33 ± 0,57 ^b	0,00	0,00
C3	6,00 ± 1,00 ^b	4,33 ± 0,57 ^b	3,00 ^c	2,33 ± 0,57 ^a	1,333 ± 0,577 ^a
Control	10,33 ± 1,52 ^c	13,00 ± 1,73 ^c	17,00 ± 1,73 ^c	20,00 ^b	28,33 ± 2,88 ^b

Conc	144 H	168 H	192 H	216 H	240 H
C1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C3	3,33 ± 0,57 ^a	0,00	0,00	0,00	0,00
Control	31,33 ± 4,04 ^b	35,00 ± 5,00	40,00 ± 5,00	43,33 ± 6,11	44,33 ± 5,13

Annexe IV.11: Effet cumulé des 3 doses des extraits huileux des fruits de *Melia azedarach* sur la mortalité des larves d'*Ocneridia volxemi* en fonction du temps (Moyenne et Ecart-type en % de 2 répétitions).). Les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significatifs au seuil $P < 0,05$, en colonne)

Conc	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H
C1	6,66 ± 2,88 ^a	15,00 ± 5,00 ^a	35,00 ± 5,00 ^a	45,00 ± 5,00 ^a	63,33 ± 5,77 ^a
C2	3,00 ± 2,00 ^b	7,00 ± 3,00 ^b	8,33 ± 2,88 ^b	10,33 ± 2,88 ^b	13,66 ± 3,21 ^b
C3	1,33 ± 0,57 ^c	1,66 ± 0,57 ^c	5,0 ^c	5,66 ± 1,54 ^c	6,66 ± 2,88 ^c
Control	0	0	0	0	0

Conc	144 H	168 H	192 H	216 H	240 H
C1	83,33 ± 5,77 ^a	91,66 ± 2,88 ^a	98,33 ± 2,88 ^a	100	100
C2	17,00 ± 3,60 ^b	24,00 ± 3,60 ^b	29,00 ± 3,60 ^b	35,00 ± 5,00 ^a	39,33 ± 6,02 ^a
C3	13,33 ± 2,88 ^c	20,00 ± 5,00 ^c	23,33 ± 7,63 ^c	25,00 ± 5,00	26,66 ± 5,77 ^b
Control	0,00	0,66 ± 0,57 ^d	0,66 ± 0,57 ^d	1,00 ^c	1,33 ± 0,57 ^c

Annexe IV.12: Effet cumulé des extraits huileux et aqueux des fruits de *Melia azedarach* sur la mortalité corrigée des adultes d'*Ocneridia volxemi* en fonction du temps

	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H	144 H
C1	8	12	16	28	40	52
C2	4	8	12	24	28	44
Cw1	0	4	4	8	16	40
Cw2	0	0	4	8	12	32
Contr	0	0	0	0	0	0
	168 H	192 H	216 H	240 H	264 H	288 H
C1	77,1	100	-	-	-	-
C2	50	60,86	78,96	100	-	-
Cw1	41,66	42,52	44,91	48,61	50,12	53,66
Cw2	34,5	36,83	38,86	41,96	45,45	48,96
Contr	4	8	8	8	12	12

Annexe IV.13: Effet des 3 doses des extraits aqueux des fruits de *Melia azedarach* sur la consommation des larves d'*Ocneridia volxemi* en fonction du temps (Moyenne et Ecart-type en % de 2 répétitions). (Moyenne et Ecart-type en % de 2 répétitions). Les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significatif seuil $P < 0,05$, en colonne)

Conc	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H
Cw1	5,00 ± 1,00 ^a	4,33 ± 0,57 ^a	3,66 ± 1,15 ^a	2,33 ± 0,57 ^a	1,66 ± 0,57 ^a
Cw2	7,33 ± 0,57 ^a	6,00 ± 1,00 ^a	4,66 ± 1,15 ^a	3,66 ± 1,15	2,66 ± 0,57 ^b
Cw3	10 ^b	7,66 ± 0,57 ^b	6,00 ± 1,00 ^b	4,66 ± 0,57 ^b	3,66 ± 0,57 ^c
Control	15,66 ± 1,15 ^c	17,66 ± 1,52 ^c	21,00 ± 1,00 ^c	23,66 ± 0,57 ^c	27,00 ± 1,00 ^d

Conc	144 H	168 H	192 H	216 H	240 H
Cw1	1,66 ± 0,57 ^a	0	0	0	0
Cw2	1,66 ± 0,57 ^a	1	0	0	0
Cw3	2,66 ± 0,57 ^b	1,66 ± 0,57 ^a	0,66 ± 0,57 ^a	0	0
Control	31,33 ± 2,08 ^c	35,66 ± 2,08 ^b	41,33 ± 1,52 ^b	45,66 ± 1,15	49,33 ± 2,33

Annexe IV.14: Effet cumulé des 3 doses des extraits aqueux des fruits de *Melia azedarach* sur la mortalité corrigée des larves d'*Ocneridia volxemi* en fonction du temps (Moyenne et Ecart-type en % de 2 répétitions). (Moyenne et Ecart-type en % de 2 répétitions). Les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significatif au seuil $P < 0,05$, en colonne)

Conc	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H
Cw1	4,33 ± 0,57 ^a	19,00 ± 1,00 ^a	31,33 ± 3,21 ^a	45,66 ± 4,04 ^a	56,00 ± 5,29 ^a
Cw2	2,66 ± 0,57 ^b	6,66 ± 3,05 ^b	9,00 ± 2,64 ^b	10,00 ^b	12,00 ± 2,64 ^b
Cw3	0	1,33 ± 0,57 ^c	2,66 ± 0,57 ^c	4,33 ± 0,57 ^c	6,00 ± 1,73 ^c
Contol	0	0	0	0	0

Conc	144 H	168 H	192 H	216 H	240 H
Cw1	71,66 ± 2,88 ^a	78,33 ± 2,88 ^a	88,33 ± 2,88 ^a	98,33 ± 2,88 ^a	100
Cw2	14,66 ± 3,78 ^b	19,33 ± 1,15 ^b	23,33 ± 1,15 ^b	28,33 ± 2,88 ^b	33,89 ± 5,13 ^a
Cw3	9,00 ± 0,57 ^c	11,66 ± 1,52 ^c	15,00 ± 3,00 ^c	18,66 ± 1,15 ^c	20,13 ± 1,15 ^b
Control	0	0	0	0	0,66 ± 0,57 ^c

Annexe IV.15: Effet cumulé des 3 doses des extraits aqueux des feuilles d'*Eucalyptus globulus* sur la consommation des larves d'*Ocneridia volxemi* en fonction du temps (Moyenne et Ecart-type en % de 2 répétitions). (Moyenne et Ecart-type en % de 2 répétitions).). Les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significatifs au seuil $P < 0,05$, en colonne)

Conc	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H
Cw1	9,33 ± 0,57 ^a	8,33 ± 0,57 ^a	6,00 ± 1,00 ^a	5,00 ± 1,00 ^a	3,33 ± 0,57 ^a
Cw2	9,33 ± 0,57 ^a	7,66 ± 0,57 ^a	6,00 ± 1,00 ^a	4,33 ± 0,57 ^b	2,66 ± 0,57 ^b
Cw3	11,00 ± 1,00 ^a	9,00 ± 1,00 ^a	8,00 ± 1,00 ^b	6,33 ± 1,15 ^c	5,00 ± 1,00 ^c
Control	16,66 ± 1,52 ^b	17,66 ± 2,51 ^b	21,00 ± 2,00 ^c	25,33 ± 2,08 ^d	29,00 ± 1,00 ^d

Conc	144 h	168 H	192 H	216 H	240 H
Cw1	1,66 ± 0,57 ^a	1,66 ± 0,57 ^a	2,0 ^a	3,00 ^a	2,66 ± 0,57 ^a
Cw2	2,00 ^b	2,66 ± 0,57 ^b	3,66 ± 1,15 ^b	3,66 ± 1,15 ^a	3,66 ± 1,15 ^a
Cw3	3,33 ± 0,57 ^c	2,33 ± 0,57 ^b	3,33 ± 0,57 ^b	4,00 ^a	4,00 ^a
Control	32,66 ± 3,21 ^d	35,00 ± 5,00 ^c	41,00 ± 4,58 ^c	45,33 ± 5,50 ^b	48,00 ± 4,35 ^b

Annexe IV.16: Effet cumulé des 3 doses des extraits aqueux des feuilles *Eucalyptus globulus* sur la mortalité corrigée des larves d'*Ocneridia volxemi* en fonction du temps (Moyenne et Ecart-type en % de 2 répétitions). Les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significatifs au seuil $P < 0,05$, en colonne)

Conc	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H
Cw1	4,66 ± 0,57 ^a	7,33 ± 1,52 ^a	10,66 ± 1,52 ^a	16,00 ± 1,00 ^a	21,00 ± 1,00 ^a
Cw2	2,33 ± 0,57 ^{a,b}	5,33 ± 1,52 ^{a,b}	7,66 ± 2,51 ^b	9,33 ± 2,51 ^b	12,66 ± 3,05 ^b
Cw3	0,66 ± 0,57 ^b	1,33 ± 0,57 ^b	2,33 ± 0,57 ^c	4,33 ± 1,15 ^c	6,33 ± 1,52 ^c
Control	0	0	0	0	0

Conc	144 H	168 H	192 H	216 H	240 H
Cw1	29,66 ± 1,52 ^a	33,33 ± 1,52 ^a	37,66 ± 2,51 ^a	39,33 ± 1,15 ^a	51,30 ± 2,88 ^a
Cw2	16,00 ± 3,60 ^b	19,66 ± 2,08 ^b	25,66 ± 1,52 ^b	29,33 ± 1,15 ^b	32,21 ± 2,51 ^b
Cw3	10,66 ± 1,15 ^c	16,00 ± 1,73 ^c	17,66 ± 2,51 ^c	20,66 ± 2,30 ^c	21,48 ± 2,00 ^c
Control	0	0	0	0	0,66 ± 0,57 ^d

Annexe IV.17: Effet cumulé des 4 doses de conidies de *Beauveria bassiana* formulées dans l'huile, sur la mortalité des larves (L5) d' *O.volxemi* en fonction du temps de traitement. (Moyenne et Ecart- type de 3 répétitions). (C1: 2×10^6 conidia/ml., C2: 5×10^5 conidia/ml; C3: 8×10^4 conidia/ml, C4: 10^2 conidia/ml., Control: huile-eau). (Moyenne et Ecart-type en % de 2 répétitions).). Les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significatifs au seuil $P < 0,05$, en colonne)

	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H	144 H
C1	95,00 ± 5,00 ^a	96,66 ± 2,88 ^a	98,33 ± 2,88 ^a	100	100	100
C2	83,33 ± 5,77 ^b	90,00 ± 8,66 ^b	96,66 ± 5,77 ^b	98,33 ± 2,88 ^a	100	100
C3	56,66 ± 5,77 ^c	63,33 ± 2,88 ^c	70,0 ^c	81,66 ± 7,63 ^b	88,33 ± 7,63 ^a	93,33 ± 5,77 ^a
C4	23,33 ± 5,77 ^d	25,00 ± 5,00 ^d	33,33 ± 5,77 ^d	43,33 ± 5,77 ^d	53,33 ± 5,77 ^b	63,33 ± 5,77 ^b
Contr	0	0	0	0	0	0

	168 H	192 H	216 H	240 H	264 H	288 H
C1	100	100	100	100	100	100
C2	100	100	100	100	100	100
C3	98,33 ± 2,88 ^a	100	100	100	100	100
C4	73,33 ± 5,77 ^b	83,33 ± 5,77	95,00 ± 5,00	100	100	100
Contr	0	0	0	10,00	13,33 ± 5,77	13,33 ± 5,77

Annexe IV. 18 : Effet cumulé des 4 doses de conidies de *Beauveria bassiana* formulées dans l'huile, sur la mortalité des adultes d' *O.volxemi* en fonction du temps de traitement. (Moyenne et Ecart- type de 2 répétitions). (Moyenne et Ecart-type en % de 2 répétitions).). Les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significatifs au seuil $P < 0,05$, en colonne)

	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H	144 H
C1	86,66 ± 5,77 ^a	91,66± 2,88 ^a	95 ^a	100	100	100
C2	80,0 ^b	85,0 ± 5,00 ^b	90,0 ^b	95,0	100	100
C3	53,33 ± 5,77 ^b	63,33± 2,88 ^c	70,0 ^c	80,0 ± 8,66 ^b	86,66 ± 7,63 ^a	93,33 ± 5,77 ^a
C4	13,33 ± 5,77 ^c	23,33± 5,77 ^d	31,66 ± 7,63 ^d	40,0 ± 5,77 ^c	56,66 ± 5,77 ^b	63,33 ± 5,77 ^b
Contr	0	0	0	0	0	0

	168 H	192 H	216 H	240 H	264 H	288 H
C1	100	100	100	100	100	100
C2	100	100	100	100	100	100
C3	96,66 ± 2,88 ^a	100	100	100	100	100
C4	70,0 ^b	81,66± 2,88	91,66 ± 2,88	98,33 ± 2,88	100	100
Contr	0	0	0	0	6,66± 5,77	10,0

Résumé

Cette recherche est consacrée à l'étude biologique et écologique du peuplement d'orthoptère et de la population à *Ocneridia volxemi* de la région de Sétif. Elle nous a permis d'identifier 36 espèces d'orthoptères appartenant à 2 sous-ordres, 5 familles et 21 genres. Le suivi du cycle phénologique nous a permis de classer les espèces recensées en quatre groupes selon la diversité de leur cycle de vie. Les espèces dont la diapause se fait à l'état embryonnaire avec une seule génération par année prédominent dans la région de Sétif. L'analyse écologique de cette entomofaune a permis de dégager les facteurs environnementaux discriminants qui participent dans la structuration du peuplement et de cerner les principales exigences écologiques des espèces présentes sur l'aire étudiée. Nous avons remarqué que les espèces inventoriées présentent trois tendances écologiques: les espèces xérophiles et thermophiles sont majoritaires.

L'étude de la population à *O. volxemi* montre que cette espèce présente cinq stades larvaires. La durée du développement larvaire représente environ 70 % de la durée totale du cycle de vie et qu'elle nécessite en moyenne 1700 degrés- jours. Les fluctuations des effectifs notées chaque année sont régies surtout par des facteurs climatiques. La distance quotidienne parcourue par les adultes des deux sexes est de faible amplitude. L'analyse du régime alimentaire a révélé qu'*O. volxemi* est une espèce polyphage avec des préférences pour les Poacées. La consommation varie avec l'âge et le sexe des individus. La lutte biologique contre cette espèce problématique par les extraits des plantes de *Melia azedarach* et *Eucalyptus globulus* ou par l'entomophthoral *Beauveria bassiana* est prometteuse, cependant des études sur le terrain sont indispensables pour confirmer les résultats obtenus.

Mots clés: Orthoptera, *Ocneridia volxemi*, Ecologie, Biologie, biocontrôle, Sétif.

المخلص:

خصص هذا البحث لدراسة بيولوجية و بيئة مستقيمت الأجنحة و عشيرة *Ocneridia volxemi* في منطقة سطيف. سمحت لنا هذه الدراسة بحصر 36 نوع من الجراد و الجراديات مقسمة الى تحت رتبتي: تحت رتبة Caelifera و تحت رتبة Ensifera ، موزعة على 5 عائلات و 21 جنس. إن المتابعة الميدانية لدورة الحياة للأنواع المحصورة سمحت لنا بتصنيفها الى أربعة مجموعات. لوحظ أن الأنواع التي تمر بسبات شتوي هي سائدة على شكل جنيني بجيل واحد في السنة. كما سمحت الدراسة البيئية بتمييز ثلاثة ميول بيئية. الأنواع المحبة للجفاف و الحرارة هي السائدة. إن دراسة مختلف مراحل دورة الحياة تبين بأن النوع *Ocneridia volxemi* يمر بخمس مراحل يرقيية ويكون التطور بطيئا في البداية كما تمثل هذه المدة حوالي 70 % من المدة الكاملة لدورة الحياة. وتتمثل الكمية اللازمة لاكمال دورة الحياة فوق الارض ب 1700°/يوم. بينت دراسة النمط الغذائي أن هذا النوع يعتمد في غذائه على عدة أنواع نباتية مع أفضلية للنجيليات عند الأطوار اليرقية. تتغير الكمية المستهلكة حسب العمر والجنس. بينت النتائج المحصل عليها في الدراسة الكافحة الحيوية ل *Ocneridia volxemi* أن استعمال المستخلصات النباتية من *Melia azedarach* أو من *Eucalyptus globulus* أو استعمال الفطر المميت للحشرات *Beauveria bassiana*, أنها جد اجابية. من خلال النتائج نستطيع القول بأن المكافحة الحيوية باستعمال المستخلصات النباتية و الفطريات المميتة للحشرات ممكنة ولكن التجارب الميدانية ضرورية لتأكيد النتائج المحصلة.

الكلمات المفتاحية: مستقيمت الأجنحة ، *Ocneridia volxemi* ، بيولوجيا، أيكولوجيا، مكافحة حيوية، سطيف