

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة الإخوة منتوري قسنطينة

Université frères Mentouri Constantine

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département de Biologie Animale

N° d'ordre.....

Série.....

Thèse

**EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT
EN SCIENCES**

Spécialité : Entomologie

Option : Application agronomique et médicale

Thème

**Biodiversité de l'Orthoptérofaune (Criquets et
Sauterelles) de la région de Sétif et étude de
quelques aspects chimique et génétique**

Présentée par : SOFRANE Zina

Devant le jury :

Président : Mr LOUADI Kamel Professeur Univ. frères Mentouri, Constantine
Rapporteur : Mr DOUMANDJI Salaheddine Professeur ENSA El Harrach, Alger
Co-Directeur de thèse : Mme BAGNÈRES Anne Geneviève Docteur CNRS, IRBI, Tours

Examineurs :

Mr HAMRA KROUA Salah Professeur Univ. frères Mentouri, Constantine
Mme BENRIMA Atika Professeur Univ. Dahleb Saad, Blida
Mme MOHAMED SAHNOUN Aouaouche MCA Univ. Mouloud Maamri, Tizi ousou

Soutenu le : 17 / 05 / 2016

« Je m'incline devant Dieu Tout- Puissant

Qui m'a ouvert la porte du savoir et m'a aidé à la

franchir ».



DÉDICACES

JE DÉDIE CE TRAVAIL

A MON PÈRE, A MA MÈRE,

&

A TOUS CEUX QUI ME SONT CHERS

REMERCIEMENTS

Je tiens en tout premier lieu à remercier Monsieur Salaheddine DOUMANDJI, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure d'El-harrach (Alger) et Directeur du laboratoire de la protection des végétaux qui m'a fait l'honneur d'avoir accepté de diriger mes travaux de recherche et d'avoir m'aider à identifier de nombreux spécimens d'Orthoptères échantillonnés durant ce travail. Il m'est agréable de vous adresser ici mes sincères remerciements pour vos précieux conseils.

Je dois une reconnaissance particulière à Madame Anne Geneviève BAGNÈRES, Docteur au CNRS, Directeur de recherches à l'Institut de Recherche sur la Biologie de l'insecte à Tours, d'avoir accepté de m'accueillir au sein de son équipe et de codiriger aimablement une partie importante de ce travail et d'avoir m'aider à sa réalisation. Elle a su me montrer sa vision de la recherche pour la taxonomie. Vous n'avez ménagé aucun effort pour mettre à ma disposition tout le matériel scientifique nécessaire pour la réalisation de ce travail. Un grand merci pour vos directives remarquables.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude aux personnes qui font parti de mon jury de thèse,

A Monsieur Kamel LOUADI, Professeur à l'Université frères Mentouri de Constantine et Directeur du laboratoire de biosystématique des Arthropodes, pour m'avoir honoré en acceptant de présider le jury de ma thèse.

A Monsieur Salah HAMRA KROUA, Professeur à l'Université frères Mentouri de Constantine, qu'il veuille accepter mes sincères remerciements pour avoir accepté de juger mon travail.

A Madame Atika GUENDOZ- BENRIMA, Professeur à l'Université Saâd Dahleb de Blida, d'avoir accepté de faire parti de mon jury de thèse. Soit assurée de ma profonde reconnaissance de porter un jugement à ce travail.

A Madame Aouaouche MOHAMED SAHNOUN, Docteur à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi ousou, votre participation au jury de thèse est un honneur pour moi, merci d'avoir accepté d'être Examinatrice de ce travail.

Je ne saurais oublier d'exprimer ma gratitude envers Monsieur Jean-Paul MONGE, Directeur de l'IRBI, pour avoir facilité mon accueil au sein de son institut. Merci pour votre accueil chaleureux et de votre sympathie durant toute la période de ma formation.

Je présente également mes vifs remerciements à Simon DUPONT de son effort considérable en biologie moléculaire et l'aide technique de Jean-Philippe CHRISTIDES en chimie analytique. Je vous exprime tout mon sentiment de gratitude.

Je suis très reconnaissante de l'aide importante de Jérémy GÉVAR Ingénieur d'étude CNRS en chimie analytique. Je t'adresse tous mes vifs remerciements. Et je tiens également à vous remercier Michaël GREENFIELD, pour le document que vous m'avez fait passer, il m'a été très utile pour la taxonomie.

Je tiens à adresser mes plus sincères remerciements à Charefeddine MOUEFFEK, Docteur à l'Université Ferhat Abbas de Sétif de son aide précieuse dans une partie de mon travail.

Je suis d'ailleurs reconnaissante envers Sihem BALA, pédologue à l'Université 20 août 1955 de Skikda et au Service des Forêts d'El-Eulma de leur aide.

En dernier lieu, je tiens tout particulièrement à remercier mon cher Papa qui m'a toujours encouragé et m'aider à persévérer dans la réalisation de mes projets. Je tiens à remercier ma très chère Maman pour sa patience et son encouragement. Sans leur appui, la réalisation de ce travail n'aurait pas été possible. Et merci aux membres de ma famille qui m'ont apporté de l'aide sur le terrain.

Un grand merci également à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à l'aboutissement de ce travail.

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|-----------|
| Liste des figures | |
| Liste des tableaux | |
| Liste des abréviations | |
| Introduction..... | 1 |
| Chapitre I : Présentation de la région d'étude..... | 7 |
| 1.1. Situation géographique..... | 7 |
| 1.2. Description physique de la région..... | 8 |
| 1.2.1. Topographie des alentours de Sétif..... | 8 |
| 1.2.2. Données hydrographiques sur la région d'étude..... | 8 |
| 1.3. Données édaphiques sur la région d'étude..... | 8 |
| 1.4. Aperçu climatique..... | 9 |
| 1.4.1. Précipitations..... | 9 |
| 1.4.1.1. Pluviométrie..... | 9 |
| 1.4.1.2. Précipitations solides..... | 10 |
| 1.4.2. Gelée blanche..... | 10 |
| 1.4.3. Température..... | 11 |
| 1.4.4. Humidité..... | 12 |
| 1.4.5. Evaporation..... | 12 |
| 1.4.6. Vent..... | 13 |
| 1.5. Les indices climatiques..... | 13 |
| 1.5.1. Indice d'aridité de Martonne..... | 13 |
| 1.5.2. Quotient pluviométrique d'Emberger-Stewart..... | 13 |
| 1.5.3. Diagramme ombrothermique de Gaussen..... | 15 |
| 1.6. Végétation de la région d'étude..... | 17 |
| 1.7. Données bibliographiques sur la faune d'étude..... | 18 |
| Chapitre II : Matériels et méthodes de travail..... | 20 |
| 2.1. Matériel et méthodes de travail utilisés sur le terrain..... | 20 |
| 2.1.1. Choix des stations d'étude..... | 20 |
| 2.1.2. Caractéristiques des stations d'étude..... | 21 |
| 2.1.3. Déroulement de prospection..... | 25 |
| 2.1.4. Méthodes d'échantillonnage..... | 25 |
| 2.2. Matériel et méthodes utilisés au laboratoire..... | 25 |
| 2.2.1. Préparation et conservation des insectes..... | 25 |
| 2.2.2. Détermination des espèces récoltées..... | 26 |
| 2.2.3. Emploi des méthodes taxonomiques sur quelques espèces acridiennes..... | 26 |
| 2.2.3.1. Matériel biologique..... | 26 |
| 2.2.3.2. Identifications morphologiques..... | 27 |
| 2.2.3.3. Procédure moléculaire..... | 28 |
| 2.2.3.3.1. Extraction d'ADN..... | 29 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2.3.3.2. Amplification par PCR..... | 29 |
| 2.2.3.3.3. Révélation par électrophorèse..... | 29 |
| 2.2.3.3.4. Séquençage..... | 29 |
| 2.2.3.4. Analyse des hydrocarbures cuticulaires..... | 30 |
| 2.2.3.4.1. Procédure d'extraction des hydrocarbures cuticulaires..... | 30 |
| 2.2.3.4.2. Analyse par GC et GC-MS..... | 30 |
| 2.3. Analyse des résultats..... | 31 |
| 2.3.1. Inventaire des espèces d'Orthoptères..... | 31 |
| 2.3.1.1. Analyse écologique..... | 31 |
| 2.3.1.1.1. Qualité de l'échantillonnage..... | 31 |
| 2.3.1.1.2. Indices écologiques de composition..... | 31 |
| 2.3.1.1.2.1. Richesse spécifique totale..... | 32 |
| 2.3.1.1.2.2. Richesse moyenne..... | 32 |
| 2.3.1.1.2.3. Abondance relative..... | 32 |
| 2.3.1.1.2.4. Fréquence d'occurrence..... | 33 |
| 2.3.1.1.2.5. Constance..... | 33 |
| 2.3.1.1.3. Indices écologiques de structure..... | 34 |
| 2.3.1.1.3.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver..... | 34 |
| 2.3.1.1.3.2. Equitabilité..... | 34 |
| 2.3.1.1.3.3. Type de répartition spatiale ou dispersion..... | 35 |
| 2.3.1.2. Analyse statistique..... | 35 |
| 2.3.1.2.1. Analyse de la variance..... | 36 |
| 2.3.1.2.2. Analyse en Composantes Principales..... | 36 |
| 2.3.1.2.3. Dendrogramme..... | 36 |
| 2.3.2. Analyse génétique moléculaire : Analyse phylogénétique..... | 37 |
| 2.3.3. Analyse des hydrocarbures cuticulaires..... | 38 |
| 2.3.2.1. Analyse en Composantes Principales..... | 38 |
| 2.3.2.2. Dendrogramme..... | 38 |
| Chapitre III : Résultats..... | 40 |
| 3.1. Aperçu général sur le peuplement orthoptérologique dans les stations d'étude..... | 40 |
| 3.1.1. Inventaire des Orthoptères dans la station Zenadia..... | 42 |
| 3.1.2. Inventaire des Orthoptères dans la station de d'El-ourecia..... | 44 |
| 3.1.3. Inventaire des Orthoptères dans la station de Bazer-Sakhra..... | 45 |
| 3.1.4. Phénologie des Orthoptères inventoriés dans les trois stations d'étude..... | 46 |
| 3.2. Emploi des méthodes taxonomiques..... | 47 |
| 3.2.1. Identifications basées sur la morphologie..... | 47 |
| 3.2.2. Analyse moléculaire..... | 53 |
| 3.2.3. Analyses chémotaxonomiques..... | 54 |
| 3.3. Analyse des résultats..... | 65 |
| 3.3.1. Analyse des espèces d'Orthoptères inventoriées..... | 65 |
| 3.3.1.1. Analyse écologique..... | 65 |
| 3.3.1.1.1. Qualité de l'échantillonnage..... | 65 |
| 3.3.1.1.2. Indices écologiques de composition..... | 66 |
| 3.3.1.1.2.1. Richesse spécifique totale..... | 66 |
| 3.3.1.1.2.2. Richesse moyenne..... | 66 |
| 3.3.1.1.2.3. Abondance relative..... | 69 |
| 3.3.1.1.2.4. Fréquence d'occurrence..... | 73 |

| | |
|--|-----------|
| 3.3.1.1.2.5. Constance..... | 74 |
| 3.3.1.1.3. Indices écologiques de structure..... | 76 |
| 3.3.1.1.3.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver..... | 76 |
| 3.3.1.1.3.2. Equitabilité..... | 76 |
| 3.3.1.1.3.3. Répartition spatiale ou dispersion..... | 76 |
| 3.3.1.2. Analyse statistique..... | 77 |
| 3.3.1.2.1. Analyse de la variance..... | 77 |
| 3.3.1.2.2. Analyse en Composantes Principales..... | 78 |
| 3.3.1.2.3. Dendrogramme..... | 79 |
| 3.3.2. Analyse génétique moléculaire : Analyse phylogénétique..... | 80 |
| 3.3.3. Analyse des hydrocarbures cuticulaires..... | 83 |
| 3.3.3.1. Analyse en Composantes Principales..... | 84 |
| 3.3.3.2. Dendrogramme..... | 85 |
| Chapitre IV : Discussion générale..... | 87 |
| 4.1. Discussion des résultats de l'inventaire du peuplement orthoptérologique..... | 87 |
| 4.2. Discussion des résultats de l'emploi des méthodes taxonomiques..... | 92 |
| 4.2.1. Identification basée sur la morphologie..... | 92 |
| 4.2.2. Analyse moléculaire..... | 95 |
| 4.2.3. Analyses chémotaxonomiques..... | 96 |
| Conclusion générale et Perspectives..... | 100 |
| Références bibliographiques..... | 103 |
| Annexes | |

Liste des figures

| N° figure | Titre | Page |
|-----------|---|------|
| 1 | Structure de la cuticule des Insectes | 3 |
| 2 | Limites naturelles des Hautes plaines sétifiennes | 7 |
| 3 | Climagramme pluviométrique d'Emberger de la région de Sétif (1997 -2009) | 15 |
| 4 | Diagramme ombrothermique de Sétif (1997 -2009) | 16 |
| 5 | Représentation cartographique de la région de Sétif | 17 |
| 6 | Localisation des stations d'étude dans la région d'étude | 20 |
| 7 | Station d'El-Ourecia | 21 |
| 8 | Station de Zenadia | 23 |
| 9 | Carte géographique localisant Sebkhet Bazer Sakhra | 24 |
| 10 | Station de Bazer Sekhra | 24 |
| 11 | Pourcentages des différentes sous-familles d'Orthoptera dans la station de Zenadia | 43 |
| 12 | Pourcentages des différentes sous-familles d'Orthoptera dans la station d'El-ourecia | 44 |
| 13 | Pourcentages des différentes sous-familles d'Orthoptera dans la station de Bazer-Sakhra | 46 |
| 13a | Phénologie des Orthoptères dans les trois stations d'étude | 47 |
| 14 | Longueur des ailes par rapport à l'apex du fémur postérieur de <i>Calliptamus</i> | 48 |
| 15 | Carènes latérales du pronotum de <i>Calliptamus</i> | 48 |
| 16 | Epines de la face interne du tibia de la patte postérieure de <i>Calliptamus</i> | 49 |
| 17 | Morphologie externe d' <i>Oedipoda miniata</i> | 49 |
| 18 | Couleur des ailes d' <i>Acrotylus</i> | 50 |
| 19 | Forme du pronotum d' <i>Acrotylus</i> | 51 |
| 20 | Aile de <i>Sphingonotus</i> | 52 |
| 21 | Espace entre les lobes mésosternaux de <i>Pseudosphingonotus</i> | 52 |
| 22 | Espace entre les lobes mésosternaux de <i>sphingoderus</i> | 53 |
| 23 | Image du profil d'amplification d'ADN sur gel d'électrophorèse | 53 |
| 24 | Chromatogrammes des extraits cuticulaires de <i>Calliptamus</i> obtenus par GC/MS | 55 |
| 25 | Chromatogrammes des extraits cuticulaires d' <i>Oedipoda miniata</i> obtenus par GC/MS | 57 |
| 26 | Chromatogrammes des extraits cuticulaires d' <i>Acrotylus insubricus</i> obtenus par GC/MS | 59 |
| 27 | Chromatogrammes des extraits cuticulaires d' <i>A.patruelis</i> obtenus par GC/MS | 59 |
| 28 | Chromatogrammes des extraits cuticulaires de <i>Sphingonotus maroccanus</i> obtenus par GC/MS | 62 |
| 29 | Chromatogrammes des extraits cuticulaires de <i>P. finotianus</i> obtenu par GC/MS | 64 |
| 30 | Chromatogrammes des extraits cuticulaires de <i>S. carinatus</i> obtenus par GC/MS | 65 |
| 31 | Répartition spatiale de la richesse totale des espèces d'Orthoptères | 68 |
| 32 | Répartition spatiale de la richesse moyenne des espèces d'Orthoptères | 68 |
| 33 | Abondance relative des espèces d'Orthoptères dans les trois stations | 71 |
| 34 | Moyenne du nombre d'espèces dans les trois stations d'étude | 77 |
| 35 | Analyse en composantes principales des espèces d'Orthoptères des trois Stations d'étude | 79 |
| 36 | Arbre hiérarchique utilisant la distance moyenne entre stations et sous-stations d'étude | 80 |
| 37 | Phylogénie de consensus pour le gène COI obtenus à l'aide d'inférence Bayésienne | 82 |
| 38 | Pourcentage relatif des différentes classes d'HCs des huit espèces | 83 |
| 39 | Analyse en composantes principales des profils d'HCs des 8 espèces acridiennes | 85 |
| 40 | Arbre hiérarchique utilisant la distance moyenne entre les profils d'HCs espèces acridiennes. | 86 |

Liste des tableaux

| N° tableau | Titre | Page |
|------------|---|------|
| 1 | Pluviométrie moyenne mensuelle de la période 1997-2009 de la région de Sétif | 8 |
| 2 | Nombre de jours de neige par mois durant la période 1997-2009 dans la région de Sétif | 9 |
| 3 | Nombres moyens de jours de la gelée blanche par mois durant la période 1997-2009 à Sfiha (Sétif) | 10 |
| 4 | Température moyenne mensuelle de la période 1997-2009 dans la région de Sétif | 10 |
| 5 | Valeurs de l'humidité relative moyenne mensuelle de la période 1997-2009 de la station de Sfiha (Sétif) | 11 |
| 6 | Evaporation totale par mois de la période 1996-2005 dans la région de Sétif. | 11 |
| 7 | Valeurs des vitesses moyennes mensuelles du vent de la période 1997-2009 dans la région de Sétif | 12 |
| 11 | Relevé floristique de la station d'El-Ourecia | 22 |
| 12 | Tableau récapitulatif des genres étudiés en chimie analytique et en Moléculaire | 27 |
| 19 | Classification et inventaire des caelifères et des ensifère capturés | 40 |
| 20 | Alignement des séquences en nucléotides des 8 espèces étudiées | 54 |
| 21 | Les hydrocarbures cuticulaires identifiés des deux espèces de <i>Calliptamus</i> | 55 |
| 22 | Les hydrocarbures cuticulaires identifiés dans <i>Oedipoda miniata</i> | 57 |
| 23 | Les hydrocarbures cuticulaires identifiés dans <i>Acrotylus</i> | 60 |
| 24 | Les hydrocarbures cuticulaires identifiés dans <i>Sphingonotus</i> | 62 |
| 25 | Qualité de l'échantillonnage des Orthoptères inventoriés dans les trois stations | 66 |
| 26 | Richesse spécifique totale des trois stations d'étude | 66 |
| 27 | Richesse moyenne par relevé et par station | 67 |
| 28 | Abondance relative des espèces d'Orthoptères inventoriées | 69 |
| 29 | Catégories de dominance des espèces d'Orthoptères inventoriées | 72 |
| 30 | Fréquence d'occurrence des espèces d'Orthoptères inventoriées | 73 |
| 31 | Constance des espèces d'Orthoptères dans les trois stations d'étude | 75 |
| 35 | Indice de diversité de Shannon-Weaver et de l'équitabilité | 76 |
| 39 | Tableau d'analyse de la variance | 77 |
| 40 | Valeurs obtenues dans l'analyse en composantes principales | 79 |
| 41 | Valeurs obtenues dans l'analyse en composantes principales | 84 |

Liste des abréviations

| | |
|-----------|--|
| ADN | Acide désoxyribonucléique |
| DPSBS | Direction de Programmation et de suivie du Budget de Sétif |
| DSA | Direction des services agricoles de Sétif |
| MALDI–TOF | Matrix-assisted laser desorption/ionization–times of flight |
| pb | Paire de bases |
| PCR | Polymerase Chain Reaction |
| SPATS | Service de la planification et de l'aménagement du territoire de Sétif |
| S.M.S | Station météorologique de Sfiha |

INTRODUCTION

Introduction

Les Arthropodes, auxquels appartiennent les insectes représentent l'apogée de l'histoire évolutive des Protostomiens. Aucun autre phylum ne peut rivaliser avec eux, soit par leur nombre d'espèces, soit par leur diversité adaptative (RACCAUD-SCHOELLER, 1980). La classe des insectes représente 90% des Arthropodes. C'est la plus riche en espèces et en nombre d'individus des formes Métazoaires existant sur la terre (DURANTON *et al.*, 1982). Ces Hexapodes forment donc un groupe qui représente la plus grande biodiversité sur la planète (Novotny *et al.*, 2002).

Les Orthoptères qui forment un ordre de cette classe comprennent un grand nombre de formes peu spécialisées souvent décrites en entomologie comme type même de l'insecte : ce sont les sauterelles, les grillons et les criquets (GAUMONT, 2012). Il présente une grande importance écologique du fait de l'impact désastreux de certains ravageurs qui le composent, tel est en particulier le cas de diverses espèces de criquets migrants (RAMADE, 1993) qui ont une capacité de migration sur des centaines, voire des milliers de kilomètres qui en font un problème international aux répercussions économiques, sociales et environnementales majeures (LECOQ, 2004). Cet ordre constitue l'un des groupes taxonomiques les plus employés parmi les insectes dans les études portant sur les écosystèmes. Il est généralement suffisamment abondant pour que l'on puisse le considérer comme un bon indicateur de l'intégrité des écosystèmes terrestres car il s'agit généralement d'insectes très mobiles et très réactifs aux modifications de leur milieu de vie (BOITIER, 2006). Du fait de leur grande sensibilité à la structure de la végétation, les Orthoptères composent un modèle de choix pour évaluer l'impact des interventions humaines sur les milieux (PUISSANT, 2002).

De nombreux travaux ont pu mettre en évidence que la répartition de ces espèces dépendait des facteurs bioclimatiques et de la structuration de la végétation. Leur présence, leur abondance et leur diversité constituent donc des paramètres pertinents pour l'évaluation de la valeur écologique des milieux naturels (BOITIER, 2006).

L'orthoptérofaune a été envisagée dans son ensemble dans certains pays du monde par plusieurs chercheurs ; nous citons à titre d'exemple UVAROV (1921), GILLON (1973), MESTRE (1988), SLEIMAN (1988), LAUNOIS-LUONG et LECOQ (1989),

POPOV (1989), MASSA et FANTANA (1998) et DEFAUT (1999). En Afrique du Nord, cette faune a fait l'objet de travaux assez nombreux, tels que ceux de CHOPARD (1943) et LOUVEAUX et BENHALIMA (1987). En Algérie plusieurs études ont été menées dans ce contexte, telles que celles de KRAUSS und VOSSELER (1896), PASQUIER (1950), FREZAL (1956), DOUMANDJI *et al.*(1992), DAMERDJI (1996), OULD EL HADJ (2002) et GUENDOZ-BENRIMA (2011). Dans la région de Sétif, l'ensemble des études réalisées sur l'orthoptérofaune porte essentiellement sur la bioécologie et la biosystématique, notamment celles de FELLAOUINE et LOUVEAUX(1994), de BOUNECHADA *et al.* (2006) et de SOFRANE *et al.* (2009).

L'ordre des Orthoptères se divise en deux sous-ordres : les Ensifères et les Caelifères. Les espèces femelles du premier sous-ordre possèdent un oviscapte long avec des valves bien développées alors que celui du deuxième sous-ordre, il est court ou très court. Mis à part ce caractère sexuel, la distinction reste encore aisée. Les Ensifères ont des antennes longues et fines et les Caelifères ont des antennes courtes. En effet, les criquets rassemblent les locustes et les sautériaux. Différents des locustes, les sautériaux ne possèdent ni phénomènes de transformation phasaire, ni aires grégariques. Certains d'entre eux peuvent produire des pullulations importantes, d'où leur intérêt économique très important, et par conséquent leur reconnaissance nécessite une identification précise et rigoureuse. La taxonomie permet leur reconnaissance spécifique et indique la procédure de leur description comparée et fournit les moyens de les identifier. L'identification classique utilisée en orthoptérologie, et en particulier en acridologie, se base essentiellement sur des critères morphologiques. Mais l'identité d'un individu, bien qu'unique dans sa forme, est en fait multiple dans sa composition. Selon MORIN (1980), l'identité est déterminée par des niveaux interdépendants différents, génétique, physiologique, morphologique et comportemental.

Pour une bonne différenciation entre les espèces, d'autres méthodes taxonomiques seront envisagées dans ce travail. Il s'agit de la chémotaxonomie appliquée par plusieurs chercheurs sur les invertébrés, et particulièrement les insectes, en se basant sur l'analyse des hydrocarbures cuticulaires (HCs), vu l'importance de leur cuticule (exosquelette dont la fonction première est de lutter contre la dessiccation du fait de leur petite taille), et de sa composition chimique.

Selon sa composition chimique, la cuticule possède deux couches principales, l'épicuticule externe, mince, non chitineuse et la procuticule interne, plus épaisse et chitineuse (Fig.1).

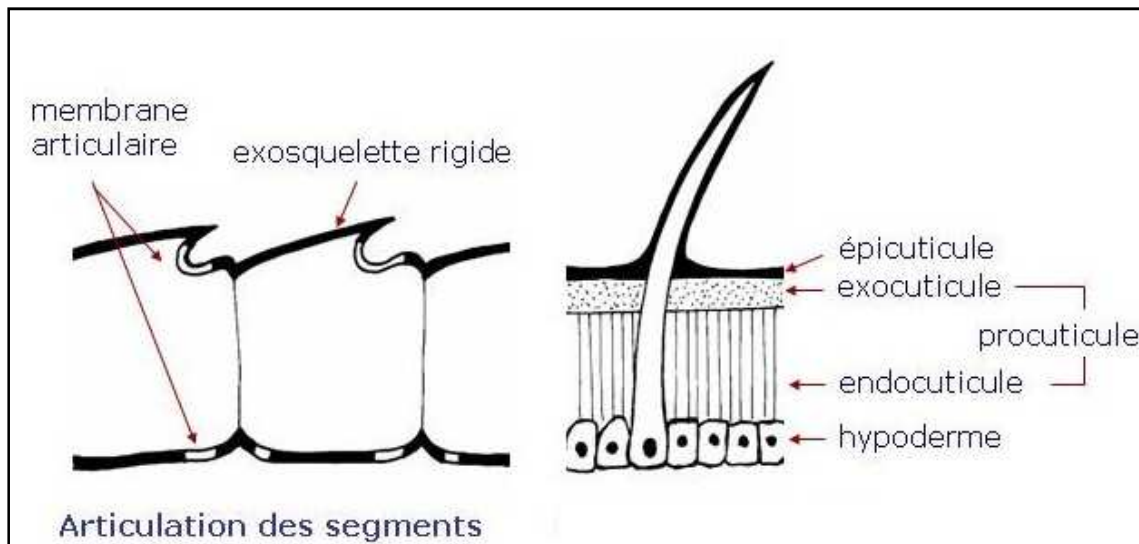


Figure 1- Structure de la cuticule des Insectes
(biologie animale efisio.online.fr)

L'épicuticule formée d'une cire est constituée majoritairement d'hydrocarbures cuticulaires qui sont des chaînes hydrocarbonées saturées (*n*-alcanes : alcanes avec chaînes linéaires saturées ; mono-, di-, tri-méthylalcanes : 1, 2 ou 3 groupes méthyle -CH₃) ou insaturées (monoènes, diènes, triènes : 1, 2 ou 3 doubles liaisons) (LOCKEY, 1988).

Selon ALLEN (1998) les lipides épicuticulaires, dont les HCs font parties, jouent un rôle essentiel en permettant aux Arthropodes de prospérer dans des environnements terrestres, en réduisant la transpiration de l'eau à travers la cuticule.

Les premières publications descriptives de ces composés sont celles de JACKSON (1970), de JACKSON et BLOMQUIST (1976), de LANGE *et al.* (1989) et de BAGNERES et MORGAN (1990). CARLSON *et al.* (1978) et CARLSON et BRENNER (1988) sont les premiers à reconnaître le rôle spécial des HCs dans la taxonomie chimique. Selon HOWSE (1975) les HCs sont aussi les meilleurs candidats qui figurent parmi les indices moléculaires constituant le visa de l'individu et permet de distinguer les espèces jumelles comme chez les termites souterrains, les drosophiles et les moustiques. Chez les

Orthoptères Acrididae, les travaux de LOCKEY et ORAHA (1990) et de GRUNSHAW *et al.* (1990) sont à noter.

D'après BAGNÈRES and WICKER-THOMAS (2010), de nombreuses populations ou espèces peuvent être reconnues sur la base des hydrocarbures. Cependant, même si l'analyse d'hydrocarbure peut être informative et, parfois, la seule méthode disponible, elle ne peut pas être appliquée à toutes les espèces ou populations. Dans de nombreux cas, une combinaison de plusieurs techniques différentes est nécessaire pour la discrimination. Selon les mêmes auteurs, la composition d'hydrocarbures peut être affectée par divers facteurs externes biotiques et abiotiques, par exemple la nourriture, la température et l'humidité, aussi bien que l'environnement social. De ce fait, une deuxième méthode taxonomique s'avère nécessaire dans cette étude. C'est celle de la taxonomie moléculaire qui se base sur l'analyse de certaines portions de l'ADN. Ce type d'analyse confirme la véritable identité de l'individu par l'utilisation en particulier d'un gène mitochondrial, celui de la cytochrome-oxydase I (COI), appliqué dans les travaux de recherches récents. Selon HEBERT *et al.* (2003), cette analyse peut servir de base à un système de bioidentification mondiale pour les animaux et peut fournir une solution fiable, rentable et accessible aux problèmes actuels d'identification des espèces. Par conséquent, elle peut aider à résoudre la diversité (HEBERT *et al.*, 2003a).

Les travaux les plus importants faits dans le monde en biologie moléculaire sur les Acridiens sont notamment ceux de BLANCHET *et al.* (2009, 2010a, b, 2012) sur *Calliptamus*, de HOCHKIRCH et HUSEMANN (2008) sur *Sphingonotus* Fieber, 1852 (Acrididae, Oedipodinae), de SONG *et al.* (2009); de YASSIN *et al.* (2009) sur *Schistocerca* Stål, 1873 (Acrididae, Cyrtacanthacridinae), de CHAPUIS (2009) sur *Locusta migratoria* L., 1758 (Acrididae, Oedipodinae) et d'HUSEMANN *et al.* (2012) sur deux tribus d'Oedipodinae (Bryodemini et Sphingonotini).

L'ensemble de ces méthodes d'identification permettra de compléter la taxonomie morphologique des espèces acridiennes étudiées, voir même l'améliorer, en la reliant aux caractéristiques écologiques de leurs sites de récolte.

À partir de ces considérations nous nous sommes intéressés à l'étude de la diversité de l'orthoptérofaune dans la région de Sétif d'une part et à l'analyse de l'ADN et

l'étude des hydrocarbures cuticulaires de 8 espèces acridiennes appartenant à 6 genres différents d'autre part.

Ce travail de recherche et en particulier celui de la biodiversité constitue en réalité la continuité d'une étude antérieure (SOFRANE et HARRAT, 2007). L'échantillonnage a été entrepris dans d'autres sites de la région de Sétif pour mener une étude exhaustive sur la diversité des Orthoptères.

La présente étude se résume dans cinq chapitres : le premier est consacré à la présentation de la région d'étude. Le deuxième porte les méthodes et le matériel de travail sur le terrain et au laboratoire. Le troisième traite des résultats obtenus et leurs interprétations par des indices écologiques et statistiques, et enfin le quatrième chapitre comporte la discussion des résultats.

Ce travail de recherche a deux objectifs principaux:

- L'étude de la diversité des Caelifères et des Ensifères (Tettigoniidés) dans différents écosystèmes de la région de Sétif en établissant une liste générale d'espèces présentes dans la région.
- La mise en évidence d'autres méthodes taxonomiques en cas d'impasse morphologique.

CHAPITRE I

PRÉSENTATION DE LA RÉGION D'ÉTUDE

Chapitre I - Présentation de la région de Sétif

Après l'examen de la situation géographique de la région de Sétif, sa description physique est faite, suivie par des données édaphiques, climatiques, floristiques et faunistiques.

1.1. - Situation géographique

La région de Sétif fait partie de l'ensemble de Hautes plaines du Nord – Est algérien. Elle est localisée au Sud-Est de la capitale du pays à une distance de 330 kilomètres. Elle occupe une superficie de 6.549,64 kilomètres carrés, soit 0,27 % du territoire national, située entre 36°50' et 35° N et 5° et 6° E. Elle s'étend entre l'Atlas tellien au nord et l'Atlas saharien au sud de manière assez continue, délimitée à l'ouest par les Monts de Mansourah et à l'est par ceux du Constantinois (Fig. 2).

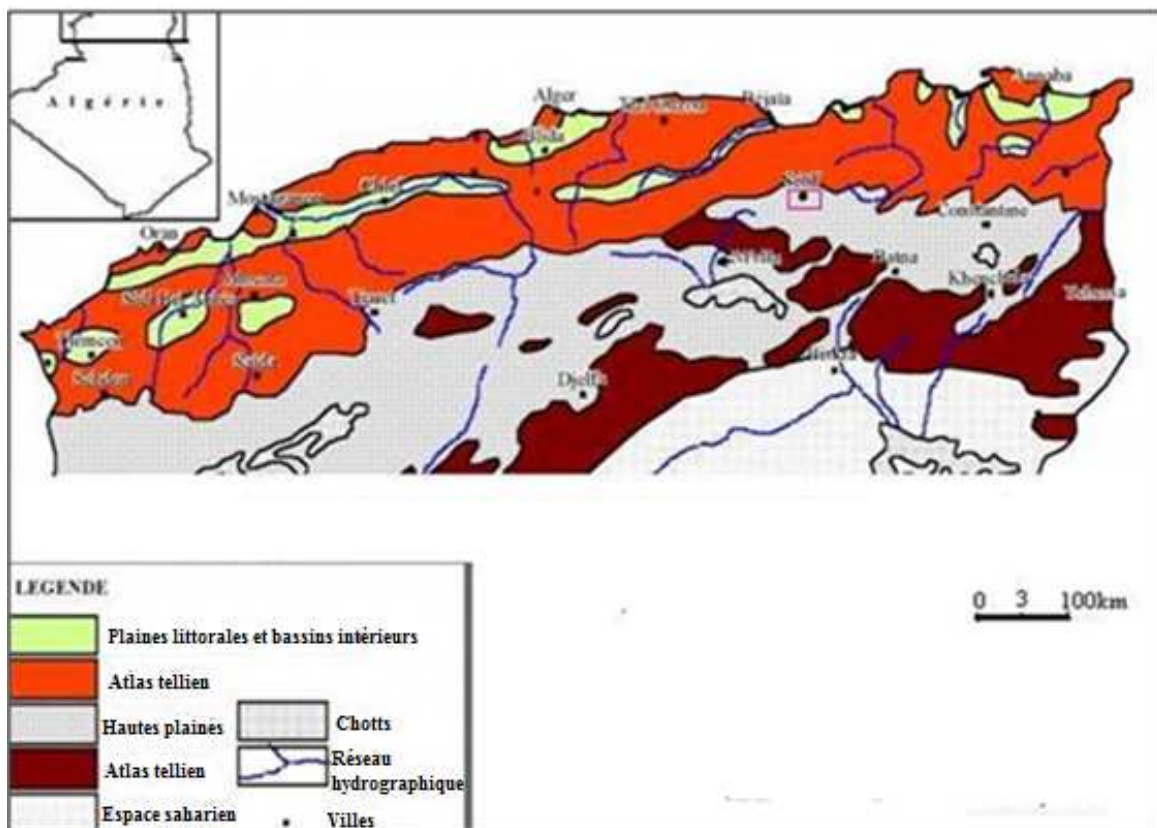


Figure 2 - Limites naturelles des Hautes plaines sétifiennes (HADEID, 2012)

1.2. - Description physique de la région

La description physique de la région comporte deux aspects principaux, d'une part les particularités topographiques et d'autre part les caractéristiques hydrographiques.

1.2.1. - Topographie des alentours de Sétif

Le relief de la région avec un découpage naturel est composé de trois grandes zones, l'une montagneuse, celle des Hautes plaines et l'autre représentée par une lisière. La zone montagneuse se situe dans le Nord de la région de Sétif. Elle est couverte pratiquement par la chaîne des Babors qui s'étend sur une centaine de kilomètres. Les cimes les plus élevés sont ceux de Mont de Babor atteignant 2.004 mètres d'altitude. La zone des Hautes plaines occupe le centre de la région. Son altitude varie entre 800 et 1300 mètres. La lisière Sud et Sud-Est renferme des cuvettes. Elle est représentée par des chotts tels que Chott El Beida à Oum Laâdjoul, Chott El Fraine à Ain Lahdjar et Chott El Melloul près de Guellal (DPSBS., 2014)

1.2.2. - Données hydrographiques sur la région de Sétif

Les cours d'eau ont des écoulements irréguliers conséquence du climat xéothermique de la région, les précipitations intervenant surtout en automne et en hiver. Les lits sont secs en été et parcourus par des crues violentes et abondantes pendant les hivers à l'exception des trois oueds qui ont un écoulement continu: Ce sont Oued Bousselam qui traverse plusieurs zones avant de rejoindre Oued Soummam, Oued El Kébir qui passe par Djemila et Beni Aziz et se jette dans l'Oued Anja à Mila et Oued El Bered qui passe près du Mont Babor et par Amoucha. Le barrage d'Ain Zada, situé près de Sétif, est construit sur Oued Bousselam. Les chotts de la lisière Sud et Sud-Est sont alimentés par les eaux ruisselantes sur les versants au cours de la période des pluies (SPATS, 1989).

1.3. – Données édaphiques de la région d'étude

Les sols de la région de Sétif sont dans leurs grandes majorités carbonatées. La partie Nord est couverte par des sols calcaires alors que dans la zones médiane, les sols sont de type calcique, riches en argile et pauvres en humus dans la frange septentrionale et deviennent caillouteux dans la frange méridionale. En outre, les sols salés se retrouvent dans les

dépressions Sud-Est. Mais les sols hydromorphes ont une extension très limitée uniquement dans les prairies et les lits des oueds (LAHMAR *et al.*, 1993).

1.4. - Aperçu climatique

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants. Il dépend de nombreux facteurs notamment de la température, des précipitations, de l'humidité, de l'évaporation, du vent, de la lumière, du relief, de la nature du sol et du voisinage ou de l'éloignement de la mer (FAURIE *et al.*, 1982). Les données climatiques de la région d'étude proviennent de la station météorologique de Sfiha (Sétif ville). Les stations d'étude sont dépourvues de postes d'observation météorologique.

1.4.1. - Précipitations dans la région d'étude

Les précipitations sont des données climatiques très variables dans l'espace et dans le temps. Leurs variations qui peuvent être observées dépendent du type de climat (GUYOT, 1999). Dans le cadre de la présente étude, les pluies sont prises en considération à part par rapport aux précipitations solides.

1.4.1.1. – Pluviométrie de Sfiha (Sétif)

Afin de donner un aperçu sur la variabilité des précipitations qui caractérisent la région d'étude, les valeurs de la pluviométrie moyenne mensuelle de la période 1997-2009 dans la région de Sétif sont rassemblées dans le tableau 1.

Tableau 1 -Pluviométrie moyenne mensuelle de la période 1997-2009 de la région de Sétif.

P (mm) : Pluviométrie en millimètres

| Mois | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Total |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| P (mm) | 42,5 | 24,8 | 28,7 | 42,3 | 41,9 | 19,9 | 15,8 | 16,0 | 52,6 | 31,8 | 40,9 | 51,0 | 408,2 |

(S.M.S., 2010)

Durant la période 1997-2009 la pluviométrie moyenne mensuelle a atteint un maximum en septembre (P =52,6 mm) et un minimum en août (P = 16,0 mm) (Tab. 1).

En effet, c'est au cours de l'été que les chutes de pluie sont les plus basses. Elles sont irrégulièrement réparties tout au long de l'année.

1.4.1.2. - Précipitations solides

C'est au cours de la saison froide que les chutes de neige bénéfiques aux sols interviennent. Les données concernant la hauteur de neige font défaut, ceux disponibles se limitent aux durées en jours. Les nombres de jours de neige signalés chaque mois par le service météorologique de la région d'étude durant la période 1997- 2009 figurent dans le tableau 2.

L'altitude permet de maintenir l'enneigement jusqu'au mois de mars et quelquefois jusqu' en avril. Au cours de la période 1997– 2009, il n'y a plus de neige sur les hauteurs entre les mois de mai et d'octobre. Il peut neiger par intermittence dès le mois de novembre jusqu'au mois de mars. Les mois où la neige tombe régulièrement sont janvier et février. D'une manière générale la zone septentrionale reçoit 700 millimètres de précipitations environ par an. Par contre, dans la zone médiane, celle des Hautes plaines, il tombe 400 millimètres par an. A peine 300 millimètres en moyenne par an sont reçus dans la zone Sud (SPATS, 1989).

Tableau 2 - Nombre de jours de neige par mois durant la période 1997-2009 dans la région de Sétif

| Mois | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Cumul |
|-----------------|---|----|-----|----|---|----|-----|------|----|---|----|-----|-------|
| Nombre de jours | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 11 |

(S.M.S., 2010)

1.4.2. - Gelée blanche

Les gelées blanches sont importantes au niveau des hautes plaines et influent négativement sur la production agricole. Les nombres moyens de gelées enregistrés chaque mois dans la région d'étude durant la période 1997-2009 figure dans le tableau 3.

Tableau 3 – Nombres moyens de jours de la gelée blanche par mois durant la période 1997-2009 à Sfiha (Sétif)

| Mois | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Cumul |
|-----------------|----|----|-----|----|---|----|-----|------|----|---|----|-----|-------|
| Nombre de jours | 14 | 14 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 11 | 11 |

(S.M.S., 2010)

Les premières gelées apparaissent en novembre. Leur nombre augmente en hiver surtout en janvier et en février et s'amoinde en avril (Tab. 3).

1.4.3. - Température

L'action de la température sur la croissance et le développement des acridiens est très importante sur les œufs, les larves et les ailés (DURANTON *et al.*, 1982). Dans la région d'étude, les températures moyennes mensuelles sous abri durant la période 1997-2009 sont exposées dans le tableau 4.

Tableau 4 - Température moyenne mensuelle de la période 1997-2009 dans la région de Sétif
M (°C) : Température moyenne maximale en degrés Celsius. m. (°C) : Température moyenne minimale en degrés Celsius. Moy. : Moyenne

| Températures | Mois | | | | | | | | | | | | Moy. |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| M. (°C) | 9,9 | 11,9 | 15,7 | 18,1 | 23,6 | 30,4 | 33,7 | 32,9 | 26,9 | 21,9 | 13,8 | 10,2 | 20,7 |
| m. (°C) | 2,1 | 2,5 | 5,3 | 7,3 | 12,1 | 17,2 | 20,1 | 20,2 | 15,7 | 12,1 | 6,0 | 2,8 | 10,3 |
| Moyenne (°C) | 6 | 7,2 | 10,5 | 12,7 | 17,9 | 23,8 | 26,9 | 26,6 | 21,3 | 17 | 9,9 | 6,5 | 15,5 |

(S.M.S., 2010)

Les températures moyennes mensuelles sont élevées au cours de l'été, en particulier en juillet. Par contre, elles sont basses en hiver, précisément en janvier où m (°C) atteint 6 °C (Tab. 4). La température moyenne la plus élevée concerne juillet (26,9 °C).

1.4.4. – Humidité relative de l'air

Les valeurs de l'humidité relative moyenne mensuelle enregistrées chaque mois durant la période 1997- 2009 dans la région d'étude figurent dans le tableau 5.

Tableau 5 – Valeurs de l'humidité relative moyenne mensuelle de la période 1997-2009 de la station de Sfiha (Sétif). H.R. : Humidité relative

| Mois | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | XI | XII | Moy. | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H.R. (%) | 77,6 | 70,5 | 61,3 | 60,9 | 56,6 | 42,6 | 37,4 | 42,6 | 57,6 | 63,8 | 76,4 | 79,4 | 60,5 |

(S.M.S., 2010)

L'humidité relative moyenne mensuelle atteint sa valeur maximale en décembre (79,4%) et sa valeur minimale au mois de juillet (37,4%) (Tab. 5). A partir du mois de février, l'humidité relative de l'air commence à décroître jusqu' en juillet. Puis elle reprend en août.

1.4.5. - Evaporation

L'évaporation est un phénomène physique qui augmente avec la température, la sécheresse de l'air et le vent (OULD EL HADJ, 2004). Le tableau 6 renferme les données sur l'évaporation totale mois par mois de la période 1997-2009 dans la région de Sétif.

Tableau 6 - Evaporation totale par mois de la période 1996-2005 dans la région de Sétif. Evap. (mm) : évaporation totale en millimètre

| Mois | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Moy. |
|---------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| Evap. (mm) | 68,2 | 84,4 | 142,8 | 147,9 | 189,8 | 276,8 | 344,5 | 310,4 | 173,4 | 126,2 | 65,2 | 46,6 | 164,7 |

(S.M.S., 2010)

La valeur moyenne de l'évaporation totale mensuelle est de 164,7 millimètres (Tab. 6). Elle atteint sa valeur maximale au mois de juillet (344,5mm) et sa valeur minimale au mois de décembre (46,6mm).

1.4.6. - Vent

Le vent est un facteur déterminant dans l'orientation des déplacements des acridiens en vol. Les valeurs mensuelles de la vitesse moyenne durant la période 1997-2009 dans la région de Sétif sont rassemblées dans le tableau 7.

Tableau 7 – Valeurs des vitesses moyennes mensuelles du vent de la période 1997-2009 dans la région de Sétif

| Mois | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Moy. |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|
| Vitesse (m/s) | 2,7 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 1,1 | 1,1 | 1,0 |

(S.M.S., 2010)

La moyenne de la vitesse moyenne mensuelle du vent est de 1,0 mètre par seconde. La valeur maximale (2,7 m/s) est enregistrée en janvier et la valeur minimale (0,9 m/s) en octobre.

1.5. - Indices climatiques

Les différents facteurs climatiques n'agissent pas indépendamment les uns des autres. Pour en tenir compte divers indices ont été proposés dont les plus employés font intervenir la température et la pluviosité qui sont les facteurs les plus importants et les mieux connus (DAJOZ, 2006).

1.5.1. - Indice d'aridité de Martonne :

L'indice d'aridité I de Martonne est donné par la formule $I = P / (T+10)$ où P est la pluviométrie annuelle moyenne et T la température moyenne annuelle. Cet indice est d'autant plus faible que le climat est plus aride. Pour la région de Sétif, cet indice est égal à 16. Il est compris entre 10 et 20, selon DUTIL (1965) ce qui permet de classer Sétif dans une zone de climat semi-aride.

1.5.2. - Quotient pluviométrique d'Emberger-Stewart

Les caractéristiques climatiques peuvent être observées à partir des 10 dernières années de la station météorologique la plus proche (PRÉVOST, 1999). Cet indice a pour

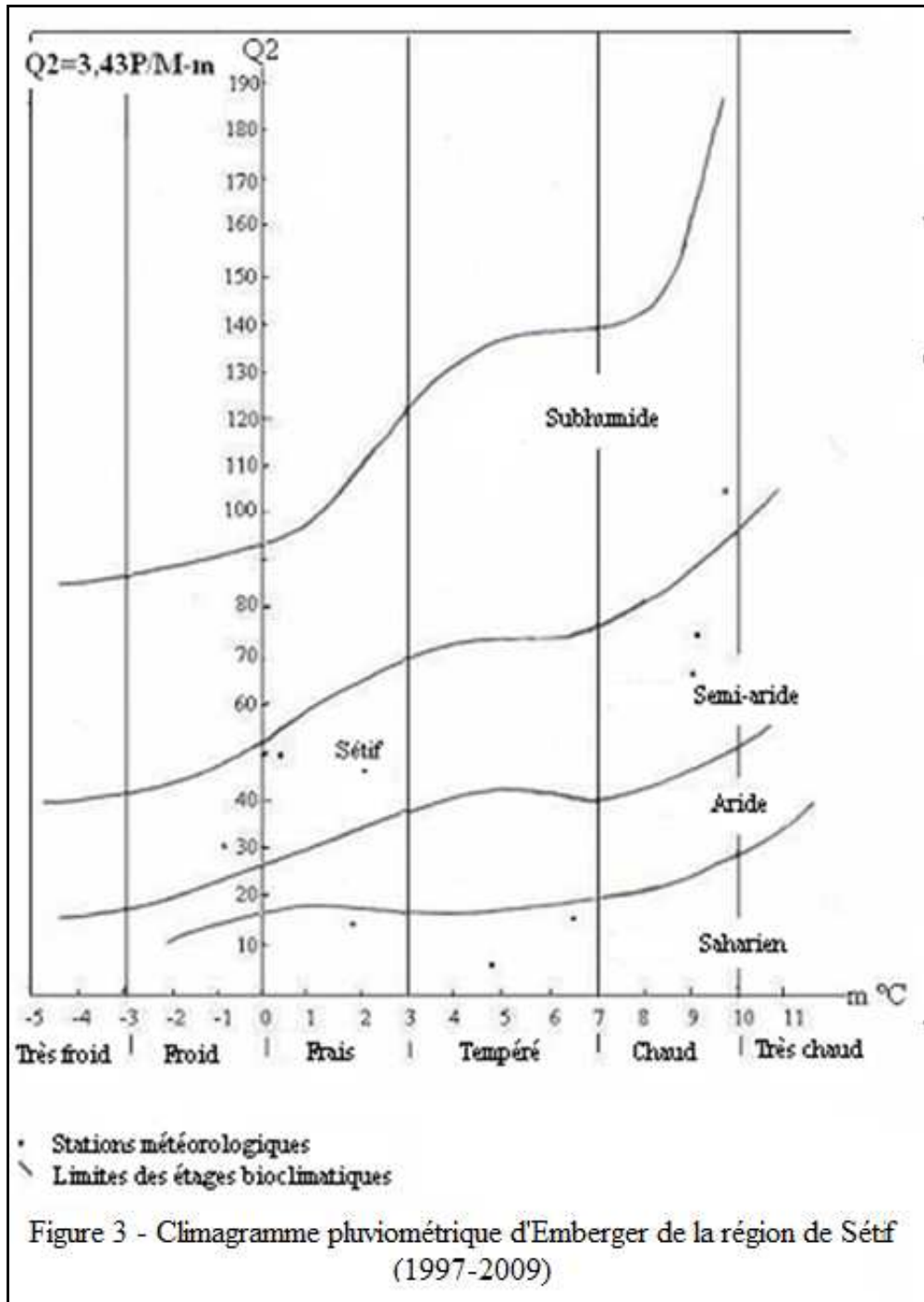
but la détermination de l'étage bioclimatique. Il est déterminé à partir de la formule suivante :

$$Q2 = \frac{1000P}{(M+m)} (M-m)$$

M est la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud, m est la moyenne des températures minimales du mois le plus froid et P la pluviosité moyenne annuelle. Cette formule a été simplifiée par STEWART (1969) et devient :

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

Plus la valeur du quotient est élevée, plus le climat est humide (DAJOZ, 2006). Selon les données météorologiques (1997-2009), Q2 calculé a pour valeur 45,12 et m possède pour valeur 2,09°C. Ceci situe la zone de Sétif dans l'étage bioclimatique semi-aride, à hiver frais (Fig. 3).



1.5.3. - Diagramme ombrothermique de Gausсен

En 1946, GAUSSEN a établi un mode de représentation mensuelle comparative de la température et de la pluviométrie. Les surfaces de recoupement des deux courbes obtenues correspondent aux périodes de sécheresse du climat (MORERE et PUJOL, 2003). Selon OZENDA (1982), GAUSSEN et BAGNOULS ont introduit un indice xérothermique qui est le nombre de jours que dure la période sèche telle qu'elle est définie par la convention $P < 2T$. D'après le diagramme ombrothermique de Gausсен de la région de Sétif, la période de sécheresse s'étale de la deuxième décennie de mai jusqu'à la troisième décennie d'août. En conséquence l'indice xérothermique est environ de 110 jours (Fig. 4). En général la région de Sétif se caractérise par un climat continental, sub-humide au Nord et semi- aride au Sud, avec des étés torrides et des hivers rigoureux.

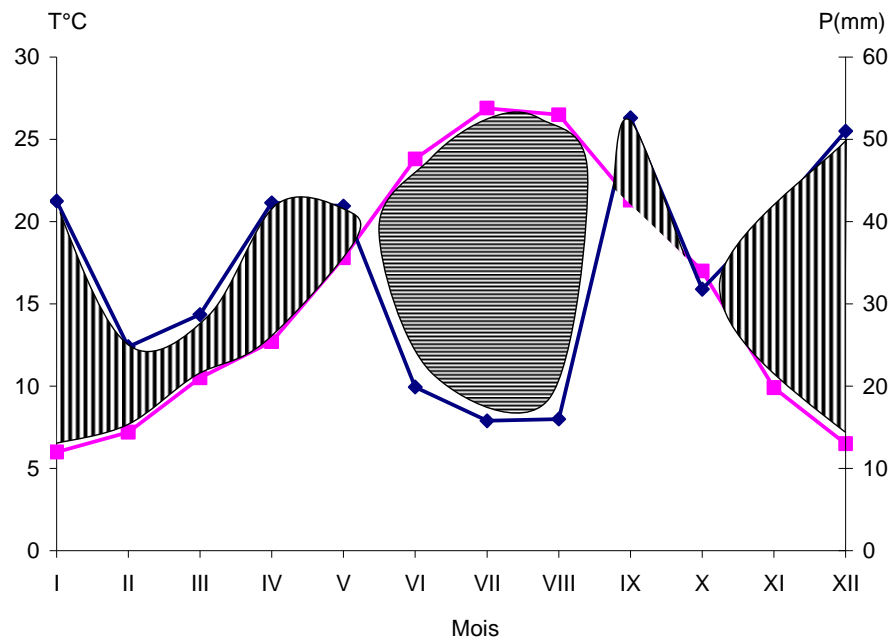
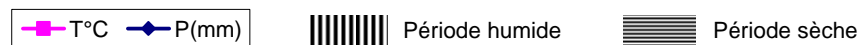


Figure 3 Diagramme ombrothermique de Sétif (1997-2009)
(Station météorologique de Sfiha)



1.6. – Végétation de la région d'étude

La région de Sétif présente une diversité d'espaces naturels du Nord au Sud, qui se distingue en cinq grandes zones agro-écologiques (Fig. 5). La SAU (superficie agricole utile) est de 55,1 % de la superficie totale localisée essentiellement dans la zone médiane de Cette agriculture repose essentiellement sur les cultures herbacées. Plus de 94 % de la SAU est occupée par des terres labourables destinées à la culture des céréales, des fourrages, des maraîchages et des légumes secs dans de faibles proportions (DSA., 2005). La végétation forestière occupe le massif de Babor et les monts de Boutaleb. Elle se compose notamment de pins d'Alep, d'eucalyptus, de cèdres et de chênes-lièges.

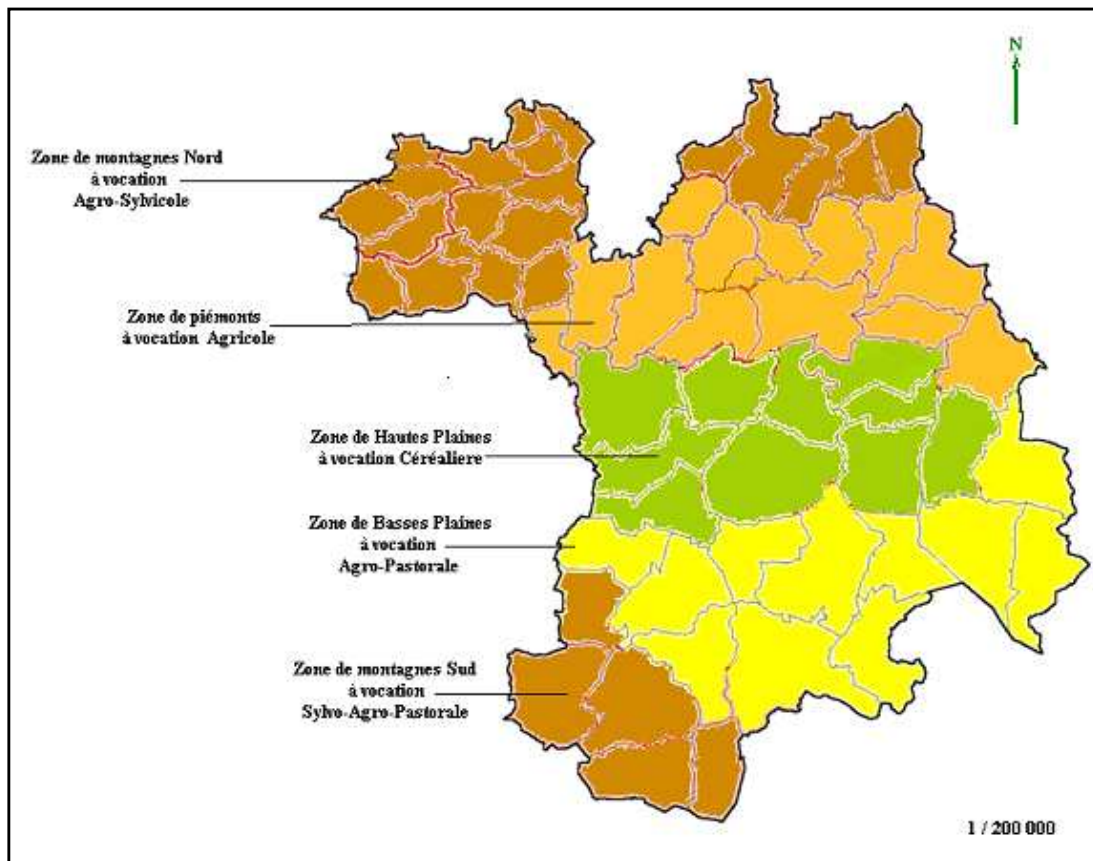


Figure 5- Représentation cartographique de la région de Sétif
(DSA., 2005)

1.7. – Données bibliographiques sur la faune de la région d'étude

Plusieurs travaux ont été réalisés dans la région de Sétif et qui ont donné un aperçu sur la faune de la région, notamment les Lepidoptera (BENIA, 2010) (Tab.8, Annexe1), les Reptilia qui sont considérés comme des prédateurs d'un grand nombre d'espèces d'insectes (DJIRAR, 2007) (Tab.9, Annexe1), les Aves des zones humides (BAAZIZ *et al*, 2011) (Tab.10, Annexe 1).

CHAPITRE II

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Chapitre II – Matériel et méthodes de travail

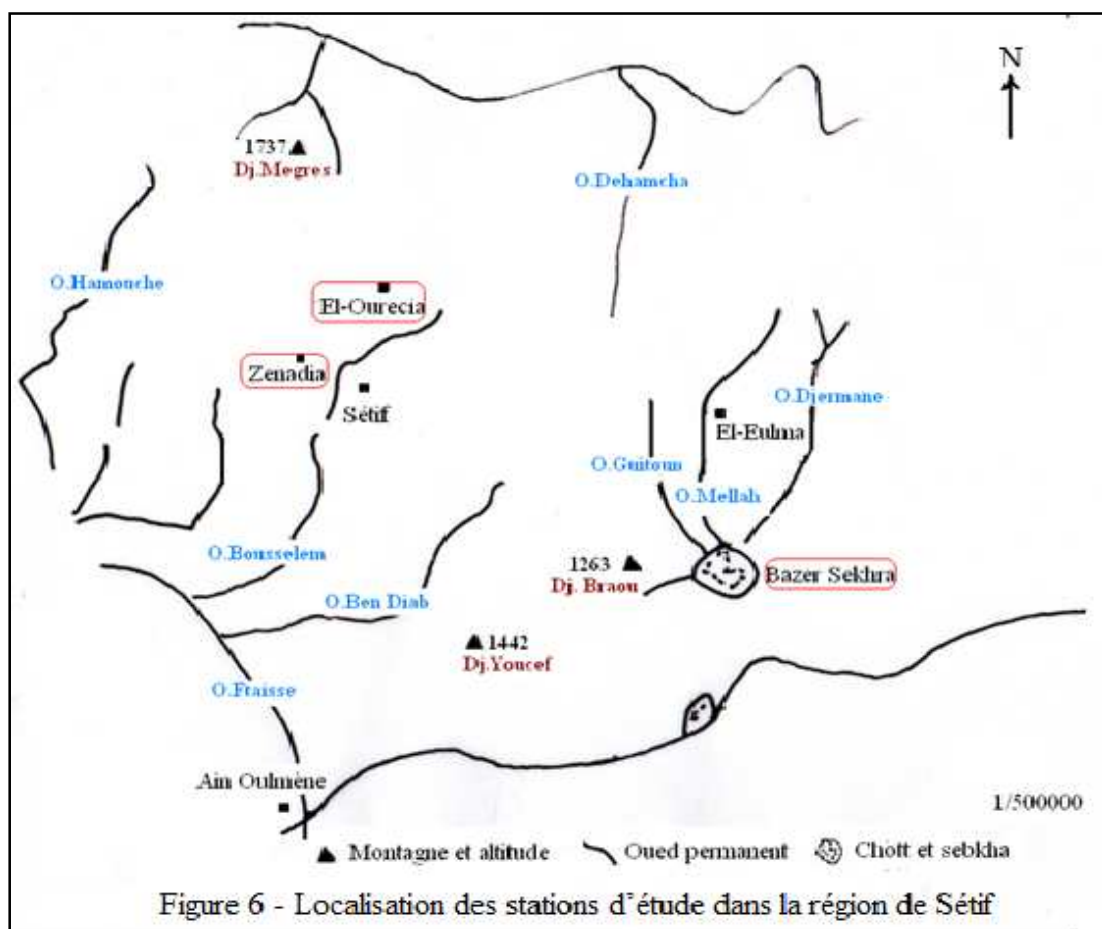
Après la présentation de la méthodologie adoptée sur le terrain, celle employée au laboratoire est développée suivie par les techniques d'analyse des résultats.

2.1. - Méthodologie utilisée sur le terrain

Les stations d'étude sont décrites. Puis le déroulement des prospections et les échantillonnages sur le terrain sont exposés.

2.1.1. - Choix des stations d'étude

Le choix de l'emplacement est un élément essentiel dans l'observation d'un milieu du fait de la nécessité de sa représentativité (PRÉVOST, 1999). Et c'est dans le but d'étudier la biodiversité des Orthoptères dans la région de Sétif que trois stations différentes surtout par le tapis végétal sont choisies (Fig. 6).



2.1.2. - Caractéristiques des stations d'étude

Les trois stations de travail prises en considération sont celles d'El-Ourecia, de Zenadia et de Bazer Sakhra.

2.1.2.1. - Station 1 : El ourecia

Cette station est localisée dans la zone Nord de la région de Sétif à une distance de 12 kilomètres de la ville de Sétif. C'est une friche (Fig. 7) ($36^{\circ} 14' 43,5''$ N. ; $05^{\circ} 24' 05,9''$ E. ; altitude 1040 m.). Le sol est grave limoneux (32% graviers, 24% sable, 34% limon, 10% argile), basique avec un pH de 8,64, non salé [CE (1/5) = 0,182 décisiemens par mètre]. Les espèces végétales qui composent le tapis végétal de cette station figurent dans le tableau 11. Le relevé floristique est identifié selon la clef de détermination de QUEZEL et SANTA (1962, 1963). Il est à souligner que du point de vue spécifique, la famille la mieux représentée en espèces est celle des Asteraceae.

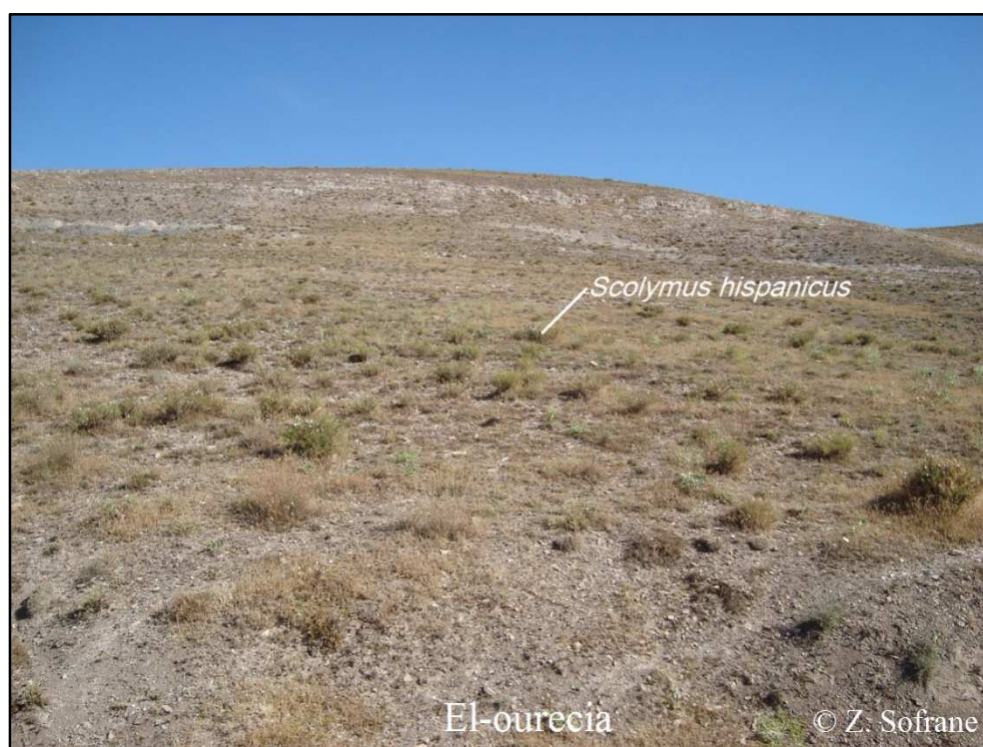


Figure 7 - Station d'El-ourecia (Friche)

Tableau 11 - Relevé floristique de la station d'El-ourecia

| Familles | Espèces |
|------------|--|
| Lamiaceae | <i>Marrubium vulgare</i> Linné, 1753 |
| Asteraceae | <i>Scolymus hispanicus</i> Linné, 1753 <i>Onopordon arenarium</i> (Desf.) Pomel <i>Anacycleus valentinus</i> L., 1753 <i>Inula viscosa</i> L. |
| Apiaceae | <i>Cirisium acarna</i> (Linné) Moench, 1802 <i>Daucus carota hispanicus</i> Thell., 1926 |
| Malvaceae | <i>Heracleum sphondylium</i> Linné, 1753 <i>Malva sylvestris</i> Linné, 1753 |

2.1.2.2. - Station 2 : Reboisement de Zenadia

La forêt de Zenadia est située dans la zone centrale de la région de Sétif. Elle s'étend sur 192 hectares, issue d'un reboisement effectué en 1963 (36 ° 12' 54 " N., 05° 23' 36" E.). Le site est formé d'une seule espèce, *Pinus halepensis* Mill, 1768 (Fig. 8). Il est localisé à une altitude de 1023 mètres. Le sol est grave sableux comprenant 44 % de graviers, 34 % de sable, 14% de limon et 8% argile. Il est basique avec un pH de 8,4, non salé [CE (1/15) = 0,101 décisiemens) par mètre].



Figure 8 - Station de Zenadia (Reboisement de pin d'Alep)

2.1.2.3. - Station 3 : Sebkhia Bazer Sakhra

C'est une dépression naturelle permanente et fermée. Elle est classée en 2004 parmi les aires protégées en Algérie selon la convention Ramsar (Ramsar site n° 1427). Elle est localisée dans la zone centrale de la région de Sétif, à 9 kilomètres au sud de la ville d'El Eulma (36° 04' 18" N., 05° 39' 56" E.) (Fig. 9). Le site est localisé à une altitude de 915 mètres. Le sol très salé [CE (1/15) = 18,43 décisiemens par mètre], argileux (90% argile), alcalin avec un pH = 8.31. Il est occupé par des touffes de végétation halophytes de type *Salsola fruticosa* L. appartenant à la famille des Chenopodiaceae (Fig. 10).

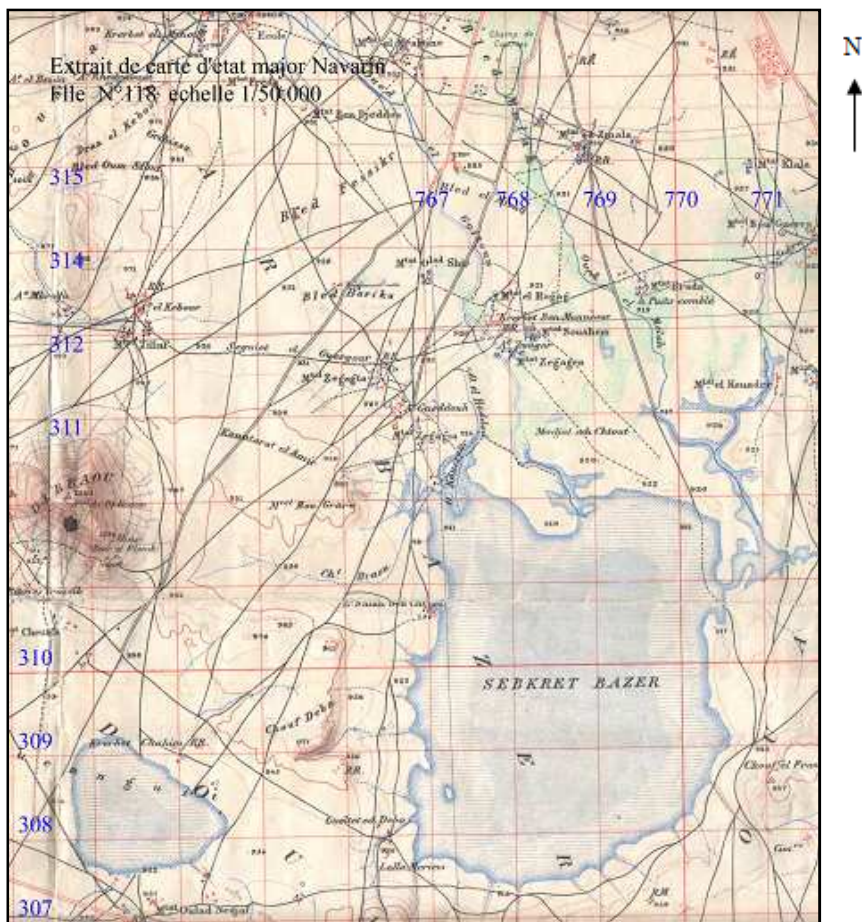


Figure 9 - Carte géographique localisant Sebkhet Bazer Sakhra



Figure 10 - Station de Bazer Sakhra (Sebkha)

2.1.3. - Déroulement des prospections

La prospection est réalisée de juillet 2007 à juin 2009, à raison d'une sortie par mois. Le détail des travaux effectués durant ces sorties est présenté dans l'annexe 2.

2.1.4. - Méthode d'échantillonnage

L'échantillonnage dépend du choix des sites représentatifs d'un milieu pour y mener une étude écologique (BALANÇA et DE VISSCHER, 1992). Dans le présent travail, la méthode adoptée est celle des quadrats.

Le principe de cette méthode est de compter le nombre d'individus présents sur une surface déterminée. Et pour obtenir une estimation satisfaisante de la densité de la population, la mesure est répétée n fois sur autant de parcelles-échantillons (BARBAULT, 1981). De ce fait, La méthode choisie consiste à délimiter au niveau de chaque site le pourtour d'une aire de 100 mètres carrés (10 mètres×10 mètres). A l'intérieur de chaque quadrat, quatre petits carrés de 3 mètres de côté sont échantillonnés, soit une surface de 9 mètres carrés. Ils sont pris au hasard et représentent les unités d'observation. Dans ces aires-échantillons, l'outil utilisé pour piéger les Orthoptères ailés est le filet fauchoir. Pour la capture des larves, la chasse à vue constitue le meilleur moyen. Une fois l'insecte capturé, il est placé avec précaution dans une boîte pour être transporté vers le laboratoire.

2.2. - Matériel et méthodes utilisés au laboratoire

Cette partie est consacrée à la préparation des espèces d'orthoptères et à leur détermination.

2.2.1. - Préparation et conservation des insectes

Les espèces recueillies sont sacrifiées dans un flacon contenant un tampon de coton imbibé d'acétate d'éthyle. Chaque individu est piqué à l'aide d'une épingle entomologique au niveau du pronotum, les élytres et les ailes sont bien étalés. Lorsqu'il s'agit de grosses espèces, à l'aide d'une petite pince, la cavité abdominale de chaque insecte est vidée et remplie avec du coton. Les insectes ainsi préparés sont desséchés normalement dans une étuve à 45°C durant 24 heures. En l'absence de ce matériel, les échantillons sont laissés à l'air libre durant plusieurs jours avant d'être placés dans des boîtes de collection contenant comme produit

insecticide de la naphthaline (le paradichlorobenzène est plus efficace) pour protéger les échantillons des insectes nécrophages (lépismes, psoques, anthrènes et autres). Contre les moisissures, le produit conseillé est la créosote de hêtre. Dans le présent travail, c'est le crésyl commercial qui est employé.

2.2.2. - Détermination des espèces récoltées

Les espèces récoltées sont déterminées et confirmées en général selon les clefs de détermination de CHOPARD (1943), de MESTRE (1988) et de BELLMAN et LUQUET (2009). Ces clefs se basent surtout sur les caractères morphologiques. Pour affiner les travaux de taxinomie, les collections de l'insectarium du département de zoologie de l'École nationale supérieure agronomique d'El-Harrach (Alger) sont employées.

2.2.3. - Emploi des méthodes taxinomiques sur quelques espèces acridiennes

Deux méthodes taxinomiques s'ajoutent à la morphotaxonomie. Elles sont utilisées sur 8 espèces acridiennes, retenues dans ce travail. La première est la taxonomie moléculaire et la deuxième méthode est celle de la chémotaxonomie. Le matériel biologique est choisi selon son appartenance générique.

2.2.3.1. – Matériel biologique

Le nombre d'individus capturés du mois de mars jusqu'en novembre 2012 dans deux écosystèmes (El-ourecia et Bazer Sakhra) et utilisés dans les analyses chémotaxonomiques est de l'ordre de 192 correspondant à six genres (Tab.12) : *Calliptamus* Serville, 1831 (Acrididae, Calliptaminae) (Tab.13, Annexe 3), *Oedipoda* Serville, 1831 (Acrididae, Oedipodinae) (Tab.14, Annexe 3) *Acrotylus* Fieber, 1853 (Acrididae, Oedipodinae) (Tab. 15, Annexe 3) , *Sphingonotus* Fieber, 1852 (Acrididae, Oedipodinae) (Tab. 16, Annexe 3), *Pseudosphingontus* Shumakov, 1963 (Acrididae, Oedipodinae) (Tab. 17, Annexe 3) et *Sphingoderus* Bei-Bienko, 1950 (Acrididae, Oedipodinae) (Tab.18 Annexe 3) . 99 individus seront étudiés pour le barcode moléculaire et qui ont été congelés à - 20°C.

Tableau 12 - Tableau récapitulatif des genres étudiés en chimie analytique et en moléculaire

| Genres | Nombres d'individus | |
|---------------------------|---------------------|----------------------|
| | Chimie analytique | Biologie moléculaire |
| <i>Calliptamus</i> | 81 | 48 |
| <i>Oedipoda</i> | 21 | 9 |
| <i>Acrotylus</i> | 26 | 17 |
| <i>Sphingonotus</i> | 18 | 8 |
| <i>Pseudosphingonotus</i> | 20 | 8 |
| <i>Sphingoderus</i> | 26 | 9 |
| Totaux | 192 | 99 |

2.2.3.2. - Identifications morphologiques

Les individus des 8 espèces étudiées sont identifiés selon des clés de détermination qui se base sur la morphologie externe.

2.2.3.2.1. - Genre *Calliptamus*

Les différents spécimens récoltés appartenant au genre *Calliptamus* sont déterminés selon la clef de détermination de CHOPARD (1943) qui se base surtout sur les caractères morphologiques (la forme des carènes latérales, le bord postérieur du pronotum, le nombre de fascies brunes sur la face interne des fémurs postérieurs, la longueur des élytres par rapport à l'apex des fémurs postérieurs), et sur le nombre d'épines de la face interne du tibia de la patte postérieure (CHARA, 1989).

2.2.3.2.2. – Genre *Oedipoda*

L'identification des criquets récoltés appartenant au genre *Oedipoda* sont également déterminés selon les clefs dichotomiques de CHOPARD (1943) et de BELMANN et LUQUET (2009) qui s'appuient sur la couleur des ailes et la forme de leur bande brun-noir, et sur la rugosité du pronotum et l'élévation de sa carène médiane et la couleur des tibias (CHOPARD, 1943).

2.2.3.2.3. – Genre *Acrotylus*

Les individus appartenant au genre *Acrotylus* sont identifiés selon la clef de détermination de CHOPARD (1943) qui s'appuie sur la présence ou l'absence de la tache noire au niveau des ailes. Selon cette même clef et celle de BELMANN et LUQUET (2009) cette reconnaissance se fait aussi sur la forme du bord postérieur du pronotum, sur la forme du corps, et sur la longueur des antennes par rapport à la tête et le pronotum réunis. Selon MESTRE (1988) la détermination des espèces appartenant à ce genre se fait aussi en fonction de la forme du pronotum.

2.2.3.2.4. – Genre *Sphingonotus*

Les criquets qui se rapportent au genre *Sphingonotus* sont identifiés selon l'ouvrage de CHOPARD (1943) qui tient compte de la couleur de la base des ailes, avec la présence de la bande noire; la forme de la carène supérieure de ces fémurs.

2.2.3.2.5. – Genre *Pseudosphingonotus*

Les criquets qui appartiennent au genre *Pseudosphingonotus* sont identifiés selon la couleur de la base des ailes, et de l'espace compris entre les lobes mésosternaux.

2.2.3.2.6. – Genre *Sphingoderus*

Les criquets qui se rapportent au genre *Sphingoderus* sont identifiés également selon la couleur de la base des ailes, et de l'espace compris entre les lobes mésosternaux.

2.2.3.3. - Procédure moléculaire

Elle consiste à extraire, amplifier puis analyser l'ADN des 99 individus (Tableau 14) appartenant aux différentes espèces de 6 genres selon une succession d'étapes.

2.2.3.3.1. - Extraction de l'ADN

L'ADN génomique des 99 différents individus est extrait à partir des antennes ou à défaut des pattes conservées auparavant dans de l'alcool (96%) à 4°C, en utilisant le protocole Wizard® Genomic DNA Purification (Promega) selon les instructions du fabricant.

2.2.3.3.2. - Amplification par PCR

L'amplification d'un fragment du gène mitochondrial cytochrome oxydase I (COI) à 650 pb est réalisée grâce à deux amorces modifiées de Moulton *et al* (2010), MDG-F (5'TYTCAACWAAYCAYAARGAYATYGG-3') et MDG-R (5'-TADACTTCWGGRTGWCCRAARAATCA-3'). Le mélange réactionnel de la PCR est de 40 µl et contient environ 2 ng d'ADN, 1X Qiagen® Multiplex PCR Master Mix et 2 µM de chaque amorce. L'amplification par PCR est réalisée par le thermocycleur ESCO SwifMaxi® dont le programme inclus une dénaturation initiale de 15 minutes à 95°C suivie par 35 cycles de 30 secondes de dénaturation à 94°C, une minute et 30 secondes d'hybridation à 58°C et deux minutes d'élongation à 72°C suivie par une élongation finale de 10 minutes à 72°C.

2.2.3.3.3. - Révélation par électrophorèse

La validation de l'amplification par PCR est réalisée sur gel d'agarose à 1,8% dans du tampon TBE 0,5X. Après migration, le gel est visualisé sous les ultra-violets à 312 nm et l'ADN est révélé puis la photo du gel est numérisée. La purification de l'ADN est effectuée selon le protocole NucleoSpin® Gel et PCR Clean-up (Macherey-Nagel).

2.2.3.3.4. - Séquençage

Tous les produits de la PCR ont été séquencés par le laboratoire GenoScreen à Lille (<http://www.genoscreen.fr>) en utilisant le kit Big Dye 3.1 et le séquenceur capillaire ABI 3730 xl Applied Biosystems. Les séquences sont ensuite inspectées, corrigées et alignées par le logiciel Geneious®Pro5.6.6 (<http://www.geneious.com/>). Les séquences obtenues sont déposées dans GenBank (banque de donnée internationale) sous des numéros d'accèsion (Annexe 3).

2.2.3.4. – Analyse des hydrocarbures cuticulaires

Les extraits cuticulaires des individus de chaque espèce sont analysés par chromatographie en phase gazeuse et l'identification des hydrocarbures est réalisée par spectrométrie de masse.

2.2.3.4.1. – Procédure d'extraction des hydrocarbures cuticulaires

L'extraction des hydrocarbures cuticulaires de chaque individu est réalisée par l'utilisation d'un solvant apolaire, le pentane (BLOMQUIST *et al.*, 1984) dont la quantité utilisée varie entre 1 et 5 ml selon la taille du spécimen. La durée d'immersion est de 10 min et durant cette période, le mélange est agité plusieurs fois. L'extrait obtenu est évaporé par un flux d'azote. Puis une quantité de 30 à 90 µl de 10⁻⁵ g/ml de *n*-eicosane (*n*-C20) est ajoutée comme standard interne.

2.2.3.4.2. - Analyse par GC et GC-MS

Un volume de 2 µl est injecté dans un chromatographe en phase gazeuse Agilent (GC) (Agilent Technologies 6850), équipé d'un détecteur à ionisation de flamme, d'une colonne capillaire apolaire HP-1 (Agilent, 100% méthylsiloxane; 30 m x 320 µm x 0,25 µm). La flamme est alimentée par l'air (450 ml/min) et de l'hydrogène (40 ml/min). Le gaz vecteur est l'hélium à une pression de 1,2 ml/min. La température du détecteur ainsi que celle de l'injecteur est de 250°C. La température initiale du four est de 70°C, la montée en température est de 30°C/min pour atteindre 150°C. La température finale de 320°C est atteinte après une montée en température de 5°C/min. L'injection est en mode Splitless et la durée de l'analyse chromatographique est de 62 min.

L'analyse par GC à FID (flamme ionisation detector) permettra de séparer les composés de l'extrait cuticulaire et de les quantifier selon leur ordre d'élution en fonction du temps de rétention lui-même en fonction de la longueur de chaîne des hydrocarbures cuticulaires et de leur polarité. L'identification de ces composés est réalisée par la spectrométrie de masse (MS) (Perkin Elmer Turbo Mass version 5.4 Autosystem XL, en impact électronique 70 eV) couplée à la GC (Perkin Elmer), (GC-MS). La GC sera programmée dans les mêmes conditions que précédemment. Ce GC-MS est reliée à un micro-ordinateur qui assure le traitement des données et engendre un spectre de masse pour chaque composé. Les spectres de masse

obtenus sont déterminés par comparaison avec ceux provenant de la littérature connue (BLOMQUIST et BAGNERES, 2010).

2.3. - Analyse des résultats

Les résultats obtenus sont exploités par des indices écologiques et par des techniques statistiques.

2.3.1. – Inventaire des espèces d'Orthoptères

2.3.1.1. - Analyse écologique

La qualité de l'échantillonnage est prise en considération avant d'utiliser les indices écologiques de composition et de structure.

2.3.1.1.1. - Qualité de l'échantillonnage

Selon BLONDEL (1979), la qualité de l'échantillonnage est le rapport du nombre d'espèces contactées une seule fois (a) au nombre total de relevés (N_1). La quantité de l'échantillonnage Q est grande quand le rapport a/N_1 est petit et se rapproche de zéro. Il est à rappeler que ce test est employé pour de petits peuplements de Vertébrés, Oiseaux et Mammifères. De ce fait une valeur de a/N_1 égale à 0,1 est considérée comme bonne. Dans le cas des peuplements d'Invertébrés il est indispensable de changer d'échelle, en ce sens que a/N_1 égal à 1 devrait être considéré comme bon.

Dans le présent travail, a est le nombre d'espèces d'orthoptère observé une seule fois dans un échantillonnage et N_1 le nombre total de relevés effectués.

2.3.1.1.2. – Indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition utilisés dans cette étude sont la richesse totale, la richesse moyenne, l'abondance relative, la fréquence d'occurrence et la constance.

2.3.1.1.2.1. - Richesse spécifique totale

RAMADE (1984) souligne que la richesse totale d'une biocénose correspond au nombre total de toutes les espèces observées au cours de N1 relevés :

$$S = sp.1 + sp.2 + \dots + sp.n$$

S est le nombre total des espèces observées au cours de N1 relevés et sp.1, sp.2, sp.n sont les espèces observées. Dans la présente étude, cette notion est employée pour les espèces d'Orthoptères. Dans ce cas S correspond au nombre total des espèces observées durant tous les prélèvements dans la région de Sétif.

2.3.1.1.2.2. - Richesse moyenne

La richesse moyenne est le nombre moyen des espèces présentes dans un échantillon du biotope dont la surface a été fixée arbitrairement (RAMADE, 1984). Selon BLONDEL (1979) la richesse totale d'un peuplement présente l'inconvénient de donner un même poids à toutes les espèces quelle que soit leurs abondances. C'est pourquoi la richesse moyenne est calculée. Elle est donnée par la formule, $S_m = K1 / N1$, dont K1 est la somme des richesses totales obtenues à chaque relevé, autrement dit c'est le nombre total des espèces et N1 est le nombre total des relevés.

K1 représente le nombre total des espèces d'Orthoptères observées à chaque relevé et N1 le nombre de relevés effectués par station d'étude.

2.3.1.1.2.3. – Abondance relative

Elle permet d'évaluer une espèce par rapport à l'ensemble du peuplement animal dans un inventaire faunistique. KROGERUS (1932) propose pour les espèces étudiées une classification des abondances relatives (A.R.) :

- une espèce est dominante lorsqu'elle est représentée par plus de 5 % des individus à chaque prélèvement (A.R. % > 5 %),
- une espèce est influente quand ses effectifs se situent entre 2 et 5 % de l'ensemble des individus à chaque prélèvement ($2 \% \leq A.R. \% \leq 5 \%$),
- une espèce est résidente dès que ses individus correspondent à A.R % < 2 % à chaque

échantillonnage.

L'abondance relative d'une espèce d'Orthoptère est égale au rapport du nombre de ses individus (n_i) au nombre total des effectifs (N_2) des espèces notées que multiplie 100.

2.3.1.1.2.4. - Fréquence d'occurrence

La fréquence d'occurrence est définie par le rapport du nombre de relevés où l'espèce est apparue (n_i) au nombre total de relevés (N_1) que multiplie 100 (PRÉVOST, 1999).

$$F \% = \frac{n_i}{N_1} \times 100$$

Dans le présent travail, n_i est le nombre de relevés où une espèce d'Orthoptère est observée et N_1 est le nombre total des relevés.

2.3.1.1.2.5. - Constance

La constance C est l'interprétation de la fréquence d'occurrence. En tenant compte de l'effectif global (n), grâce à l'équation de Sturge le nombre X de classes potentielles est calculé (SCHERRER, 1984) :

$$\text{Nombre de classes } X = 1 + (3,3 \log n)$$

n est l'effectif global

Une fois le nombre de classes de constance déterminé, l'intervalle par classe peut être connu tel que 100 % que divise le nombre de classes X . Les désignations des classes dépendront de leur nombre, correspond par exemple aux espèces très rares, rares, accidentelles, peu accidentelles, accessoires, fréquentes, très fréquentes, constantes et omniprésentes.

2.3.1.1.2. – Indices écologiques de structure

Les indices écologiques notamment l'indice de diversité de Shannon-Weaver, l'équitabilité et la répartition spatiale sont étudiés pour interpréter la structure de l'orthoptérofaune dans les trois stations d'étude durant la période de l'expérimentation.

2.3.1.1.2.1. - Indice de diversité de Shannon-Weaver

L'indice de diversité de Shannon traduit la manière dont les individus sont quantitativement répartis entre les espèces et tient compte aussi de la richesse du peuplement. Un indice élevé correspondra ainsi à une répartition homogène. Contrairement si une ou plusieurs espèces de la communauté dominent, l'indice demeurera faible (BOUMEZZOUAGH, 1983). Cet indice de diversité est traduit par l'équation de Shannon et Weaver :

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

$$p_i = n_i/N_2$$

n_i : nombre d'individus de l'espèce i

N_2 : nombre total des individus dans l'échantillon

s : nombre d'espèces

H' est exprimé en unités d'informations ou en bits

Dans cette étude, n_i correspond au nombre total des individus de chacune des espèces d'orthoptères et N_2 le nombre total des individus de toutes les espèces confondues.

2.3.1.1.2.2. - Equitabilité

L'équitabilité est définie comme le rapport de la diversité réelle à la diversité maximale. Cette dernière est égale à $\log_2 S$ et correspond à la diversité d'un peuplement où les espèces présentes auraient toutes les mêmes fréquences relatives. L'équitabilité s'obtiendra donc en divisant l'indice de Shannon par le logarithme à base 2 de la richesse spécifique S (DAGET, 1976).

$$E = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Selon RAMADE (1984), les valeurs de l'équitabilité E varient entre 0 et 1. Elles tendent vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement et se rapprochent de 1 lorsque toutes les espèces possèdent la même abondance. Dans le présent travail S correspond au nombre total des espèces d'Orthoptera observées.

2.3.1.1.2.3. - Répartition spatiale ou dispersion

Selon la nomenclature de PASQUIER (1950) et BACHELIER (1978), les individus d'une population peuvent être distribués dans l'espace selon quatre modalités principales en fonction de la variance σ^2 et de la moyenne m. Il s'agit de la répartition uniforme ($\sigma^2 = 0$), la répartition aléatoire ($\sigma^2 = m$), la répartition régulière ($\sigma^2 < m$) et la répartition contagieuse ($\sigma^2 > m$), l'équation principale étant :

$$\sigma^2 = \sum (x - m)^2 / n - 1$$

Une station est divisée en trois aires-échantillons de 100 mètres carrés chacune. Chaque aire échantillon est elle-même subdivisée en cinq quadrats de neuf mètres carrés chacun. σ^2 peut être calculé aussi bien aire-échantillon par aire-échantillon comme il peut être déterminé par station. Ainsi x_1, x_2, x_3 individus concernent les quadrats de 1 à 5 de chaque aire-échantillon et m moyenne des individus par relevé.

2.3.1.2. - Analyse statistique

Les résultats de l'inventaire des orthoptères seront traités par trois méthodes statistiques, soit l'analyse de la variance, l'analyse en composantes principales et le dendrogramme en utilisant le logiciel SPSS Version 18.

2.3.1.2.1. - Analyse de la variance (ANOVA)

L'analyse de la variance (ANOVA) est une méthode pour tester l'égalité des moyennes de trois populations ou plus, en analysant leurs variances (TRIOLA et TRIOLA., 2009). D'une manière générale, l'objectif d'une analyse de la variance vise à mettre en évidence la présence éventuelle de différences significatives entre les moyennes.

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

Les résultats de cette étude sont traités par l'analyse en composantes principales (A.C.P.), qui est une méthode statistique descriptive permettant l'analyse des données. Selon DAGET (1976), l'analyse en composantes principales détermine un système d'axes de référence hiérarchisés tels que, en diminuant le nombre des dimensions de l'espace dans lequel en projetant les points-observations et la perte d'informations soit minimale. Les données brutes sont portées sur une matrice sous la forme d'un tableau à double entrée (i espèces \times j stations). A partir de ce tableau un programme d'analyse en composantes principales est développé. L'élément ij correspond à la densité de l'espèce i dans la station j exprimé par l'effectif recensé.

2.3.1.2.3. Dendrogramme

Selon DAJET (1976), Les dendrogrammes sont très souvent utilisés pour l'interprétation des matrices de similitude. Leur avantage principal est de visualiser les groupes plus simplement et plus clairement que ne le font les valeurs numériques inscrites dans la matrice. Le dendrogramme est un mode de représentation schématique dans un espace à deux dimensions, applicable à une matrice de similitude quelconque. La matrice de similitude utilisée dans notre étude est une matrice de distance. Elle consiste à réunir les deux groupes qui sont à la distance la plus faible, puis à joindre à l'ensemble de ces deux groupes le ou les groupes qui en sont plus proches que de tout autre groupe. Les points d'observations (stations) sont portés sur un axe et les niveaux de similitude croissants à partir de 0 sont portés sur un axe perpendiculaire au précédent.

2.3.2. – Analyse génétique moléculaire : Analyse phylogénétique

Pour obtenir des informations sur l'appartenance de tous les individus étudiés dans ce travail au sein de l'espèce, du genre et voire même au sein de la sous-famille, il est établi une analyse phylogénétique. Cette dernière conduit à la reconstruction d'un arbre phylogénétique qui peut être définie comme l'inférence statistique de la phylogénie. A cet effet, l'alignement des séquences d'ADN mitochondrial des individus basé sur le gène COI a été conduit sur une portion de 533 pb. Il a été réalisé avec le programme CLUSTALW (GALTIER *et al.*, 1996) inclus dans l'éditeur de séquences BioEdit et corrigé manuellement. Les divergences des séquences nucléotidiques des espèces analysées sont calculées selon un modèle d'évolution, le modèle Kimura à 2 paramètres (K2P) (utilisé typiquement dans les études de barcode) qui selon Nei et Kumar (2000), la meilleure méthode lorsque les distances phylogénétiques sont faibles.

Les alignements de séquences ont été analysés par quatre méthodes d'analyses phylogénétiques différentes. La première méthode est celle de neighbor-joining (NJ), c'est une méthode de distance, basée sur la création de la matrice de distances entre les espèces (SAITOU et NEI, 1987). Elle a été établie dans Seaview Version 4, employée à la fois pour examiner les relations entre les taxons dans leurs profils et par la suite leur classification dans l'analyse des grands assemblages d'espèces (KUMAR et GADAGKAR, 2000). La deuxième est la méthode de maximum de parsimonie (Maximum parsimony, MP), c'est une méthode cladistique très appréciée par sa rapidité en temps de calcul, basée sur les caractères individuels. La troisième est celle de maximum de vraisemblance (Maximum-likelihood, ML), c'est une méthode statistique qui emploie un modèle d'évolution des séquences, basé sur les caractères individuels. La quatrième méthode est la méthode d'inférence Bayésienne (Bayesian methods of Inference, BI), selon DELSUC et DOUZERY (2004), c'est une méthode probabiliste permettant de traiter plus de taxons.

Les méthodes MP et NJ ont été appliquées en utilisant le programme PHYLO_WIN, (GALTIER *et al.* 1996) et la méthode ML en utilisant le programme PhyML (GUINDON et GASCUEL 2003). Le programme MrAIC a été utilisé pour trouver le modèle d'évolution approprié pour les données (GTR+I) (NYLANDER, 2004). BI a été utilisé par le programme MrByes Version 3.1.2 (HUELSENBECK et RONQUIST, 2001) et il a été exécuté pour 1million de générations. Aucune supposition a priori n'a été faite de la topologie. Toutes les séquences ont été analysées en utilisant des séquences de références (indiquées dans l'arbre

phylogénétique reconstruit). Toutes les méthodes d'analyses phylogénétiques utilisées sont complétées par des valeurs de bootstrap pour estimer le support d'un groupe. Il s'agit d'un test statistique basé sur un échantillonnage avec remise des caractères pour réaliser un "data set" avec les mêmes dimensions que l'original (FELSENSTEIN, 1985). Le bootstrap a été initialement introduit comme une mesure de rentabilité d'une analyse phylogénétique. Il est normalement employé comme une mesure de la précision (probabilité d'obtenir la branche réelle). Selon HILLIS et BULL (1993) toutes les branches internes avec des valeurs de bootstrap supérieures à 80% définissent un vrai clade, et plus de 95% des clades avec une valeur de bootstrap supérieure à 70% sont corrects. Cette valeur de 70% est ainsi devenue la valeur d'usage courant pour identifier une monophylie bien supportée. Dans la présente étude, les valeurs de bootstrap sont calculées à partir de 100 à 1000 répliques selon la méthode utilisée.

2.3.3. - Analyse des hydrocarbures cuticulaires

Pour exploiter les résultats obtenus il est fait appel à deux techniques, celles de l'analyse en Composantes Principales et du dendrogramme.

2.3.2.1. - Analyse en Composantes Principales

Les composés cuticulaires sont traités par une analyse en composantes principales (ACP) (avec le logiciel SPSS V.18), l'abondance des différents composés quantifiés pour chaque espèce est intégrée dans une matrice sous forme d'un tableau à double entrée (i espèce \times j abondance des HCs).

2.3.2.2. – Dendrogramme

Le dendrogramme utilisé dans cette étude se base sur une matrice de distance. La configuration des points d'observations (espèces) et les niveaux de similitude sont établis par un système d'axes de référence orthogonaux.

CHAPITRE III

RÉSULTATS

Chapitre III - Résultats

Parmi les deux parties prises en considération, la première porte sur l'inventaire des espèces échantillonnées dans les trois stations d'étude et sur leur analyse selon des méthodes écologiques et statistiques. La deuxième concerne les résultats des analyses moléculaires et chimiques et les méthodes statistiques qui permettent leurs interprétations.

3.1. - Aperçu général sur le peuplement orthoptérologique dans les stations d'étude

La période expérimentale s'est déroulée de la mi-juillet 2007 jusqu'à la fin de juin 2009. Durant les sorties réalisées à raison de 24 relevés dans chacune des 3 stations, un ensemble de 44 espèces sont recueillies. Celles-ci sont réparties entre 26 genres et 5 familles dont la plus représentée est celle des Acrididae. Cette dernière rassemble 6 sous-familles, soit celles des Catantopinae, des Calliptaminae, des Acridinae, des Gomphocerinae, des Oedipodinae et des Eyprepocnemidinae (Tab.19)

Tableau 19 - Classification et inventaire des Ensifères et des Caelifères capturés dans les stations de Zenadia, d'El-ourecia et de Bazer Sakhra (région de Sétif). A: Zenadia ; B: El-ourecia; C: Bazer Sakhra

| Sous ordre | Famille | Sous-Famille | Espèce et sous-espèce | code | Nombres d'individus | | |
|------------|---------------|-----------------|--|------|---------------------|---|---|
| | | | | | A | B | C |
| Ensifera | Tettigoniidae | Phaneropterinae | <i>Odontura sp</i> Rambur 1839 | ODS | 0 | 4 | 0 |
| | | | <i>Odontura algerica</i> Brunner 1878 | OAL | 0 | 3 | 0 |
| | | | <i>Odontura microptera</i> Chopard 1943 | ODM | 0 | 1 | 0 |
| | | Tettigoniinae | <i>Amphiestris sp</i> Fieber 1853 | AMS | 0 | 1 | 0 |
| | | | <i>Tettigonia sp</i> Linné 1758 | TES | 0 | 2 | 0 |
| | | | <i>Tessellana tessellata</i> (Charpentier 1825) | TTE | 0 | 4 | 0 |
| | | | <i>Platycleis affinis</i> Fieber 1853 | PAF | 0 | 1 | 0 |
| | | | <i>Decticus albifrons</i> (Fabricius 1775) | DAL | 0 | 5 | 0 |
| | | Ephippigerinae | <i>Ephippigerida nigromarginata</i> (Lucas 1849) | ENI | 0 | 2 | 0 |

Suite Tableau 19 (1)

| Sous ordre | Familles | Sous-familles | Espèces et sous-espèces | code | Nombres d'individus | | | |
|-------------|--|---|--|--|---------------------|----|-----|---|
| | | | | | A | B | C | |
| Caelifera | Acrydiidae | Acrydiinae | <i>Paratettix meridionalis</i> (Rambur 1839) | PME | 0 | 0 | 1 | |
| | Pamphagidae | Pamphaginae | <i>Ocneridia volxemii</i> (Bolivar 1878) | OVO | 0 | 42 | 0 | |
| | | | <i>Acinipe</i> sp. Rambur 1838 | ACS | 1 | 2 | 0 | |
| | | | <i>Acinipe tibialis</i> (Fieber 1853) | EGR | 0 | 4 | 0 | |
| | Pyrgomorphidae | Pyrgomorphinae | <i>Pyrgomorpha conica</i> (Olivier 1791) | PCO | 0 | 20 | 0 | |
| | | | <i>Pyrgomorpha cognata</i> Krauss 1877 | PCG | 0 | 4 | 6 | |
| | | | <i>Pyrgomorpha vosseleri</i> Uvarov 1923 | PVO | 0 | 7 | 0 | |
| | | | | | | | | |
| | Acrididae | Catantopinae | | <i>Pezotettix giornai</i> Rossi 1794 | PGI | 16 | 102 | 0 |
| | | Calliptaminae | | <i>Calliptamus barbarus</i> (Costa 1836) | CBA | 1 | 28 | 3 |
| | | | | <i>Calliptamus wattenwylanus</i> (Pantel 1896) | CWA | 1 | 14 | 0 |
| | | Acridinae | | <i>Aiolopus thalassinus</i> (Fabricius 1781) | ATH | 0 | 0 | 5 |
| | | | | <i>Aiolopus strepens</i> (Latreille 1804) | AST | 0 | 0 | 4 |
| | | Gomphocerinae | | <i>Dociostaurus jagoi jagoi</i> Soltani 1978 | DJA | 2 | 32 | 7 |
| | <i>Dociostaurus maroccanus</i> (Thunberg 1815) | | DMA | 0 | 2 | 0 | | |
| | <i>Omocestus raymondi</i> (Yersin 1863) | | ORA | 4 | 3 | 0 | | |
| | <i>Omocestus ventralis</i> (Zetterstedt 1821) | | OVE | 5 | 3 | 4 | | |
| | <i>Ochrilidia</i> sp Stål 1873 | | OCS | 0 | 0 | 2 | | |
| Oedipodinae | | <i>Acrotylus insubricus</i> (Scopoli 1786) | AIN | 0 | 22 | 4 | | |
| | | <i>Oedipoda coerulescens sulfurescens</i> (Saussure 1884) | OCO | 5 | 6 | 1 | | |
| | | <i>Oedipoda fuscocincta</i> Lucas 1849 | OFU | 0 | 1 | 0 | | |
| | | <i>Oedipoda miniata</i> (Pallas 1771) | OMI | 1 | 6 | 20 | | |

Suite Tableau 19 (2)

| Sous ordre | Famille | Sous-Famille | Espèce et sous-espèce | code | Nombres d'individus | | | | | |
|---------------------------------|-----------|--------------|---|-----------|---------------------|--|-----|-----------|------------|------------|
| | | | | | A | B | C | | | |
| Caelifera | Acrididae | Oedipodinae | <i>Sphingonotus azurescens</i> (Rambur 1838) | SAZ | 0 | 1 | 0 | | | |
| | | | <i>Sphingonotus coerulans</i> (Linné 1767) | SCO | 0 | 1 | 22 | | | |
| | | | <i>Sphingonotus diadematus</i> Vosseler 1902 | SDI | 0 | 0 | 3 | | | |
| | | | <i>Sphingonotus maroccanus</i> Uvarov 1930 | SMA | 0 | 3 | 0 | | | |
| | | | <i>Sphingonotus luteus</i> Krauss 1893 | SLU | 0 | 0 | 1 | | | |
| | | | <i>Sphingonotus sp</i> Fieber 1852 | SPS | 1 | 0 | 0 | | | |
| | | | <i>Pseudosphingonotus finotianus</i> (Saussure 1885) | SFI | 0 | 16 | 0 | | | |
| | | | <i>Pseudosphingonotus canariensis</i> (Saussure 1884) | SPC | 0 | 1 | 0 | | | |
| | | | <i>Sphingoderus carinatus</i> (Saussure 1888) | SCA | 0 | 6 | 32 | | | |
| | | | <i>Thalpomena algeriana</i> (Lucas 1849) | TAL | 0 | 23 | 2 | | | |
| | | | <i>Mioscirtus wagneri</i> (Eversman 1859) | MWA | 0 | 0 | 18 | | | |
| | | | <i>Oedaleus decorus</i> (Germar 1826) | ODE | 0 | 14 | 0 | | | |
| | | | <i>Locusta migratoria cenerascens</i> (Linné 1767) | LMI | 0 | 1 | 0 | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | Eyrepocnemidinae | <i>Heteracris adpersus</i> (Redtenbacher 1889) | TAD | 0 | 0 | 1 |
| | | | Total | 05 | 12 | 44 | | 37 | 387 | 136 |
| Nombre d'individus total | | | | | 560 | | | | | |

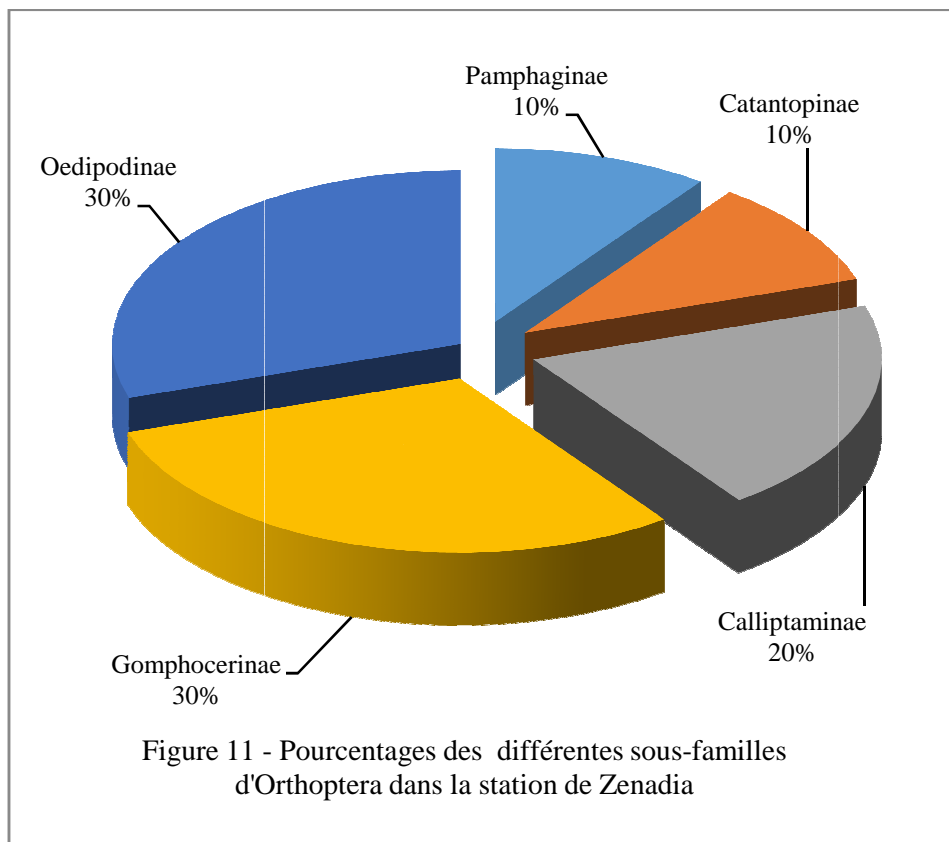
La classification des Caelifera est établie selon la classification de LOUVEAUX et BENHALIMA (1987) et celle des Ensifera selon la nomenclature la plus récente de MOHAMED SAHNOUN *et al.* (2010).

3.1.1. - Inventaire des espèces d'Orthoptères dans la station de Zenadia

C'est dans la station de Zenadia que le nombre des individus capturés par rapport aux autres stations est le plus faible. Un ensemble de 10 espèces sont capturées. Elles se répartissent entre deux familles, soit les Pamphagidae et les Acrididae (Tab.19). La famille la

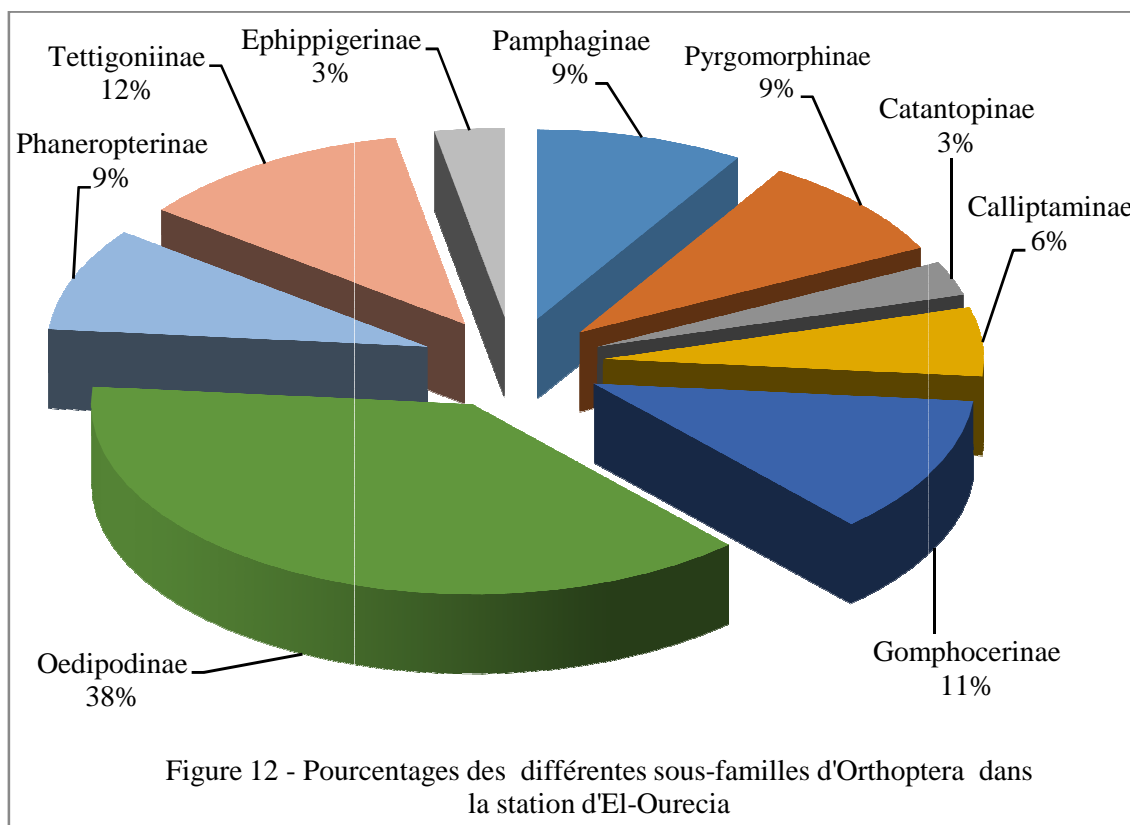
plus représentée est celle des Acrididae avec 9 espèces correspondant à 90 % de la totalité des espèces récupérées. L'espèce qui reste fait partie de la famille des Pamphagidae (10 %).

Les sous-familles les plus représentées en espèces au sein des Acrididae, sont les Gomphocerinae et les Oedipodinae (Fig.11), chacune avec 3 espèces. Elles sont suivies par la sous-famille des Calliptaminae avec 2 espèces, puis par les Catantopinae et les Pamphaginae, chacune avec 1 seule espèce. L'unique espèce capturée appartient à la sous-famille des Pamphaginae. C'est *Acinipe* sp. La sous-famille des Catantopinae est présente avec *Pezotettix giornai*. Et la sous-famille des Calliptaminae intervient avec *Calliptamus barbarus* et *C. wattenwylianus*. Quant à la sous-famille des Gomphocerinae, elle présente deux genres, ceux de *Dociostaurus* et d'*Omocestus*. Le genre *Dociostaurus* est représenté par une seule espèce, *Dociostaurus jagoi jagoi* et *Omocestus* par deux espèces soit *Omocestus raymondi* et *O. ventralis*. La sous-famille des Oedipodinae comprend deux genres: *Oedipoda* et *Sphingonotus*. Le genre *Oedipoda* comprend deux espèces *Oedipoda miniata* et *Oedipoda coeruleascens sulfurescens* et le genre *Sphingonotus* comprend une seule espèce à l'état larvaire (*Sphingonotus* sp.).



3.1.2. - Inventaire des espèces d'Orthoptères dans la station d'El-ourecia

Dans la station d'El-ourecia les 34 espèces observées se répartissent entre 4 familles (Tab. 19). La famille la plus représentée est celle des Acrididae avec 20 espèces soit 59 % des espèces récoltées suivie par la famille des Tettigoniidae avec 8 espèces, ce qui correspond à 23 %, les Pamphagidae avec 3 espèces soit 9 % appartenant à la même sous famille (Pamphaginae) et les Pyrgomorphidae avec 1 seule sous-famille (Pyrgomorphinae) regroupant 3 espèces (9 %). En effet, la famille des Acrididae renferme la sous famille des Oedipodinae avec 13 espèces, celle des Gomphocerinae avec 4 espèces, celle des Calliptaminae avec 2 espèces et la sous-famille des Catantopinae avec 1 seule espèce (Fig.12).



Les espèces appartenant à la sous-famille des Pamphaginae sont *Ocneridia volxemii*, *Acinipe tibialis* et *Acinipe* sp. Les espèces appartenant à la sous-famille des Pyrgomorphinae sont regroupées en 1 seul genre, celui des *Pyrgomorpha*. Ces espèces sont *Pyrgomorpha cognata*, *P. conica* et *P. vosseleri*. L'unique espèce appartenant à la sous-famille des Catantopinae est *Pezotettix giornai*. Les 2 espèces représentant la sous-famille des Calliptaminae sont *Calliptamus barbarus* et *C. wattenwylanus*. La sous-famille des Gomphocerinae compte 4

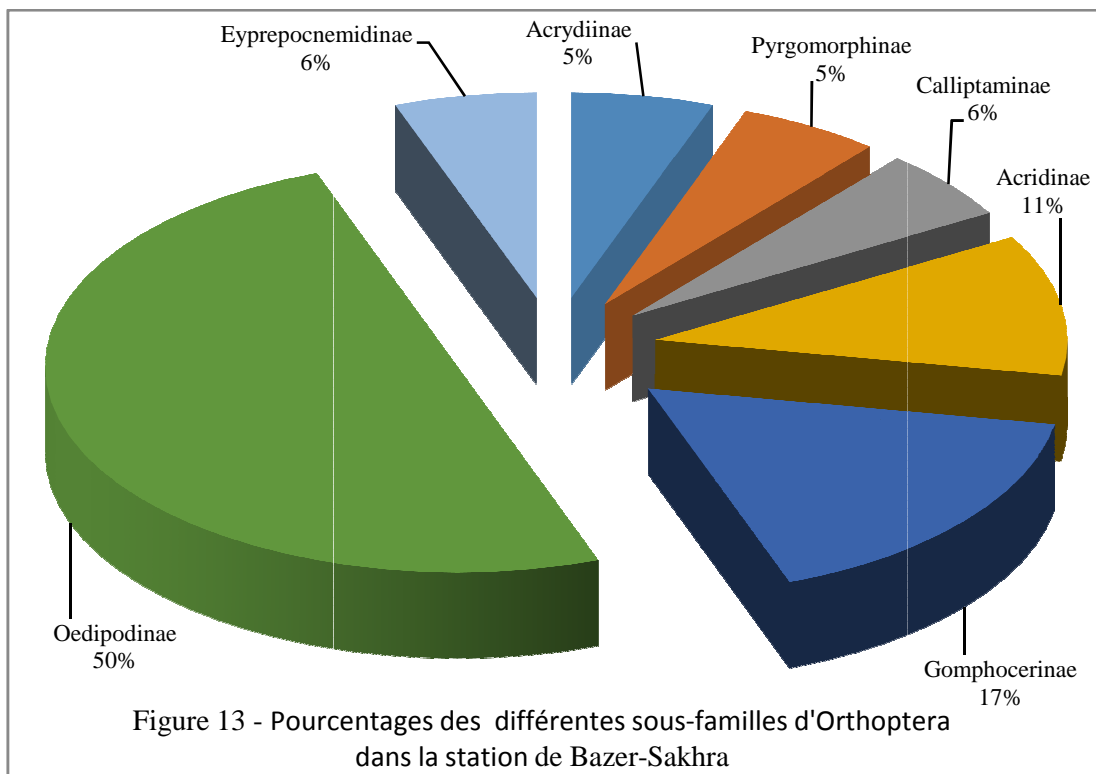
espèces. Ce sont *Dociostaurus jagoi jagoi*, *D. maroccanus*, *Omocestus raymondi* et *O. ventralis*. La sous-famille des Oedipodinae regroupe les 8 genres suivants, *Acrotylus*, *Oedipoda*, *Sphingonotus*, *Pseudosphingonotus*, *Sphingoderus*, *Thalpomena*, *Oedaleus* et *Locusta*. Le genre *Acrotylus* comprend une seule espèce, *Acrotylus insubricus*. Le genre *Oedipoda* comporte 3 espèces, *Oedipoda coeruleascens sulfurescens*, *Oedipoda miniata* et *Oedipoda fuscocincta*. Le genre *Sphingonotus* regroupe 3 espèces, *Sphingonotus azurescens*, *S. coeruleans*, *S. maroccanus*. Le genre *Pseudosphingonotus* avec 2 espèces *Pseudosphingonotus finotianus* et *P. canariensis*. Le genre *Sphingoderus* avec une 1 espèce *Sphingoderus carinatus*. Le genre *Thalpomena* intervient avec 1 seule espèce, *Thalpomena algeriana*. Le genre *Oedaleus* compte 1 seule espèce, *Oedaleus decorus* et le genre *Locusta* est représenté par l'espèce *Locusta migratria*.

Ce qui caractérise en particulier cette station, c'est la présence des Ensifères représentées par la famille des Tettigoniidae qui regroupe 3 sous-familles, celles des Phaneropterinae, des Tettigoniinae et des Ephippigerinae. La sous-famille des Tettigoniinae comprend 5 espèces soit 14 %, suivie par la sous-famille des Phaneropterinae avec 3 espèces (8 %) et les Ephippigerinae avec 1 seule espèce (3%). Les 5 espèces appartenant à la sous-famille des Tettigoniinae sont *Tessellana tessellata*, *Platycleis affinis*, *Decticus albifrons*, *Amphiestris* sp. et *Tettigonia* sp. Celles appartenant aux Phaneropterinae sont *Odontura* sp, *Odontura algerica* et *Odontura microptera*. Mais la sous-famille des Ephippigerinae possède seulement 1 espèce, soit *Ephippigerida nigromarginata*.

3.1.3. - Inventaire des espèces d'Orthoptères dans la station de Bazer Sakhra

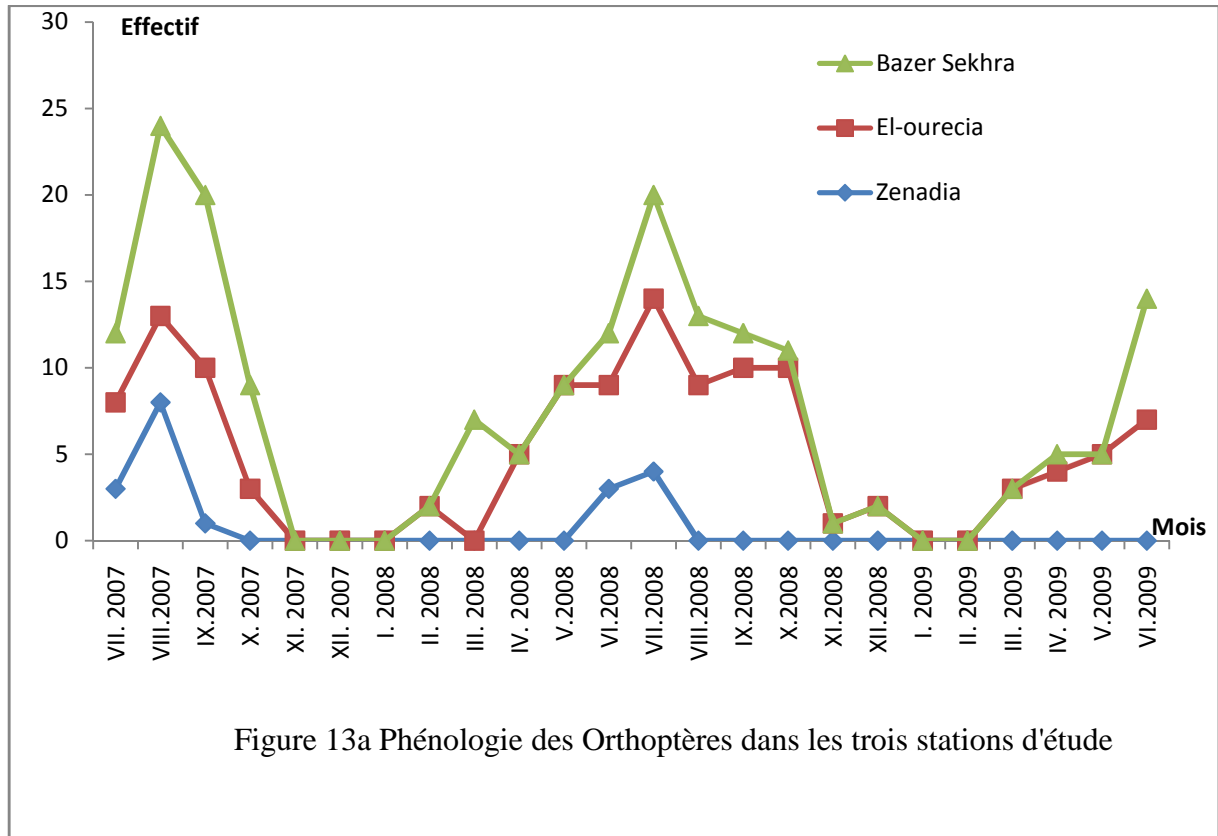
Dans la station de Bazer Sakhra, 18 espèces sont signalées et qui sont réparties entre 3 familles, celles des Acrydiidae, des Pyrgomorphidae et des Acrididae (Tab. 19). La famille des Acrididae est la plus fréquente du point de vue espèces et qui sont au nombre de 16 soit 90 % suivie par les Pyrgomorphidae avec 1 espèce (5 %) appartenant à la sous famille des Pyrgomorphae et les Acrydiidae avec 1 seule espèce (5 %) de la sous-famille des Acrydiinae. La famille des Acrididae rassemble 5 sous-familles (Fig. 13), celles des Calliptaminae avec 1 seule espèce, *Calliptamus barbarus*, des Acridinae avec 2 espèces, *Aiolopus strepens* et *Aiolopus thalassinus*, des Gomphocerinae avec 3 espèces, *Dociostaurus jagoi jagoi*, *Omocestus ventralis* et *Ochrilidia* sp, des Eyprepocnemidinae avec 1 seule espèce, *Heteracris adspersus* et des Oedipodinae avec 9 espèces réparties entre 6 genres, *Acrotylus*, *Oedipoda*, *Sphingonotus*, *Sphingoderus*, *Mioscirtus* et *Thalpomena*. Le genre

Acrotylus renferme 1 seule espèce, *Acrotylus insubricus*, alors que *Oedipoda* intervient par deux espèces ou sous-espèces, *Oedipoda miniata* et *Oedipoda coerulea*. Le genre *Sphingonotus* compte quatre 3 espèces, *Sphingonotus coerulea*, *S. luteus* et *S. diadematus*. Le genre *Sphingoderus* avec 1 espèce *Sphingoderus carinatus*, Le genre *Mioscirtus* signalé pour la première fois dans la région de Sétif n'est représenté que par 1 seule espèce, *Mioscirtus wagneri* et le genre *Thalpomena* avec 1 seule espèce, *Thalpomena algeriana*.



3.1.4. – Phénologie des Orthoptères inventoriés dans les trois stations d'étude

La répartition des Orthoptères capturés au cours de la période 2007- 2009 varie selon les mois (Fig. 13a). Le maximum d'individus a été capturé dans les trois stations dans la période estivale où les conditions étaient très favorables avec une température élevée et une humidité basse. Par contre une absence presque totale a été signalée dans la période hivernale où les conditions étaient défavorables avec une humidité élevée et une température très basse.



3.2. – Emploi des méthodes taxonomiques

Les résultats des trois méthodes taxonomiques (morphologique, génétique et chimique) appliquées sur les différents spécimens sont donnés en détail dans cette partie.

3.2.1. – Identification basées sur la morphologie

Les 8 espèces appartenant aux 6 genres ont été identifiées morphologiquement.

3.2.1.1. - Genre *Calliptamus*

L'identification morphologique a montré que les 81 individus échantillonnés sur les deux sites des Hautes plaines sétifiennes possèdent tous des élytres dépassant l'apex de leurs fémurs postérieurs (Fig. 14).

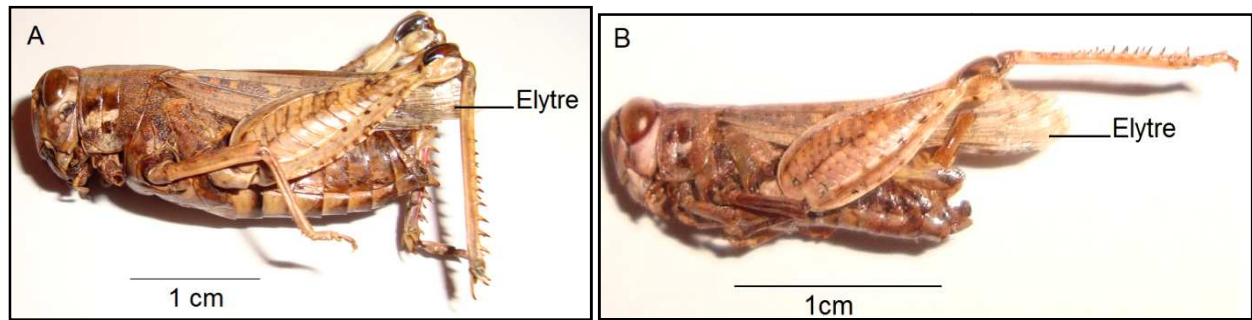


Figure 14 - Longueur des ailes par rapport à l'apex du fémur postérieur des deux espèces de *Calliptamus*

Le nombre de taches fémorales des pattes postérieures varie d'un individu à un autre, dont 43 ont une seule tache, 31 ont en deux et 7 possédant trois taches. Dans chacun de ces trois derniers groupes, les carènes latérales du pronotum de tous ces individus sont soit fortement convergentes ou droites, soit un peu irrégulières (Fig. 15).

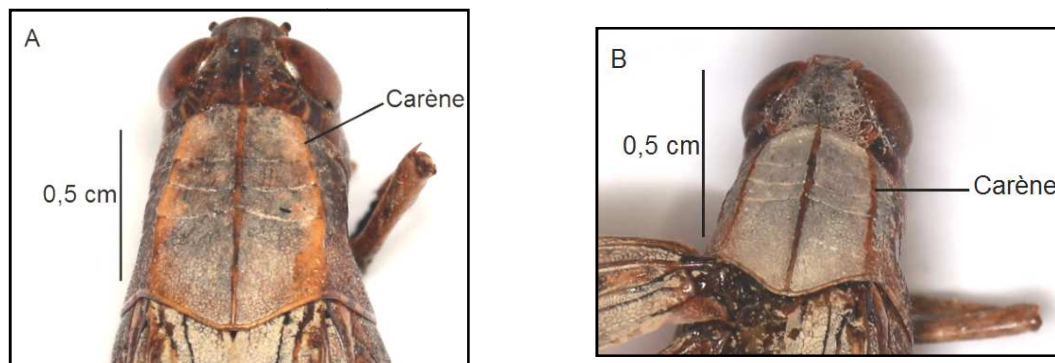


Figure 15 - Carènes latérales du pronotum des deux espèces de *Calliptamus*

Le bord postérieur du pronotum est arrondi dans le cas où les carènes sont droites ou convergentes et il est fortement anguleux chez quelques individus présentant des carènes irrégulières. Le nombre d'épines de la face interne du tibia des pattes postérieures est de l'ordre de 7 à 9 chez tous les individus, à l'exception de quatre spécimens (AC30a, AC46a, AC47a et AC50a) (Annexe 4) pour lesquels ce nombre est de l'ordre de 10 à 11 épines, au moins à l'une des deux pattes (Fig.16).

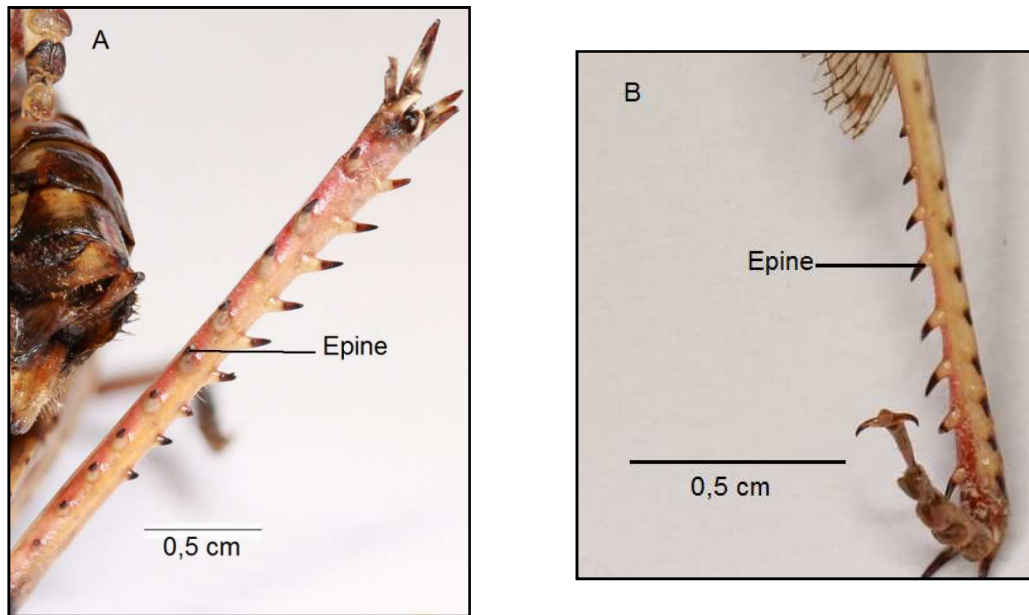


Figure 16 - Epines de la face interne du tibia de la patte postérieure des deux espèces de *Calliptamus*

3.2.1.2. – Genre *Oedipoda*

L'identification morphologique des 21 individus récoltés sur les deux sites a montré que la couleur des ailes est rouge avec une bande noire ou brune-noire prolongée longitudinalement dans la partie antérieure. Le pronotum est rugueux avec une carène médiane élevée dans la prozone. Les tibias postérieurs sont jaunâtres (Fig.17).

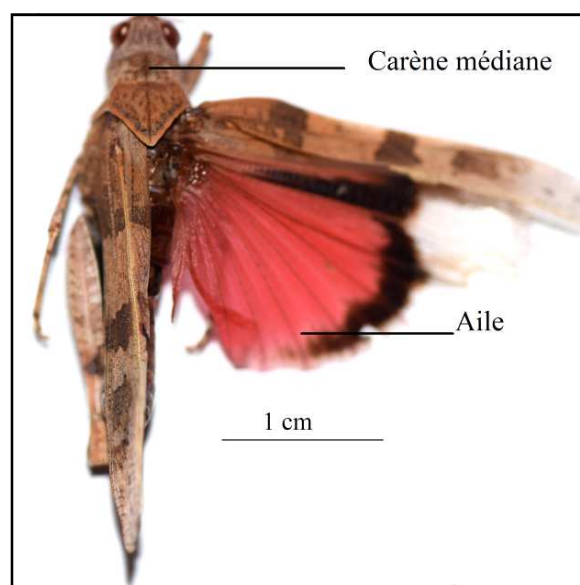


Figure 17- Morphologie externe d'*Oedipoda miniata*

3.2.1.3. – Genre *Acrotylus*

L'identification morphologique des 26 individus échantillonnés dans les deux sites, El-ourecia et Bazer Sakhra a montré que tous les individus possèdent des ailes rouges (Fig.18 A) ou roses (Fig.18 B) avec une tache noire.

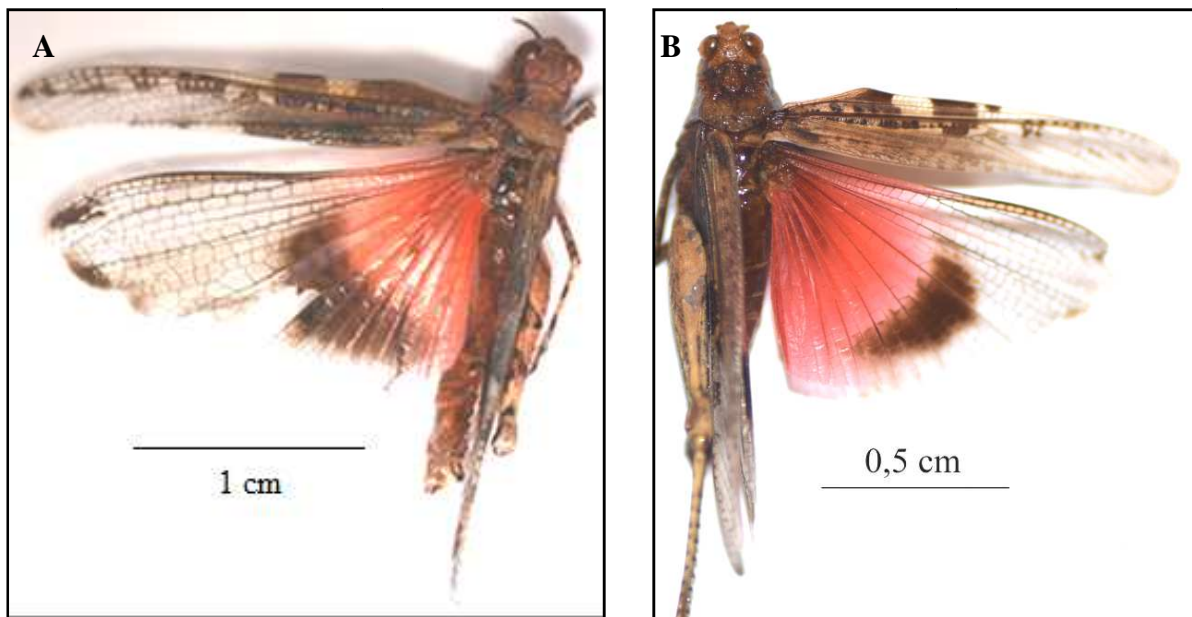


Figure 18 - Couleur des ailes d'*Acrotylus* (A) et (B)

Le bord postérieur du pronotum varie entre le sub- anguleux arrondie (Fig.19 B) et arrondie (Fig.19 C). La forme du corps varie entre courte et élancée. La longueur des antennes par rapport à celle de la tête et du pronotum réunis est tantôt un peu plus grande et tantôt plus courte. Un seul individu (Ap10) a montré une forme distincte de son pronotum par rapport aux autres individus. Le pronotum est selliforme, la prozone est fortement comprimée et sub-cylindrique et la métazone étant plate avec le bord postérieur arrondi (Fig. 19 A).

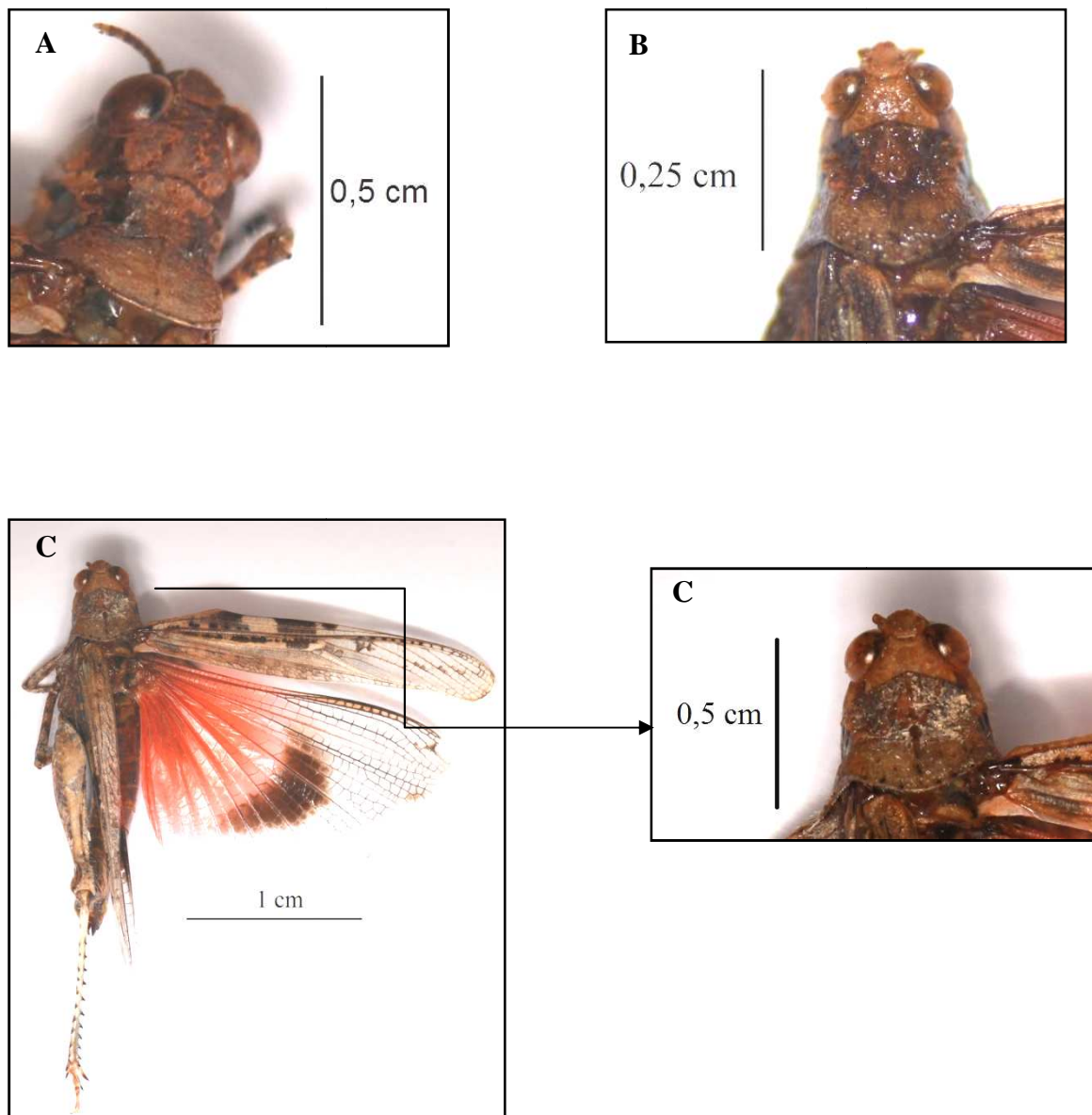


Figure 19 - Forme du pronotum d'*Acrotylus* (A) et (B) et (C)

3.2.1.4. – Genre *Sphingonotus*

L'identification morphologique des 18 individus échantillonnés de deux sites, El-ourecia et Bazer Sakhra a montré que tous les individus possèdent des fémurs postérieurs avec une carène supérieure brusquement abaissée et ils ont des ailes bleues sans tache apicale mais avec une bande noirâtre très nette (Fig. 20).

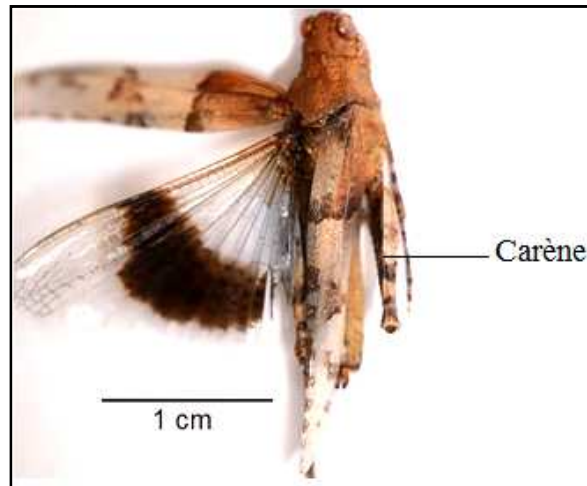


Figure 20 - Aile de *Sphingonotus*

3.2.1.5. – Genre *Pseudosphingonotus*

L'identification morphologique des 18 individus échantillonnés de deux sites, El-ourecia et Bazer Sakhra a montré que tous les individus possèdent des ailes transparentes et bleues sans bande noirâtre et ils ont un sternum large. L'espace entre leurs lobes mésosternaux est près de deux fois plus larges que longs (Fig. 21).

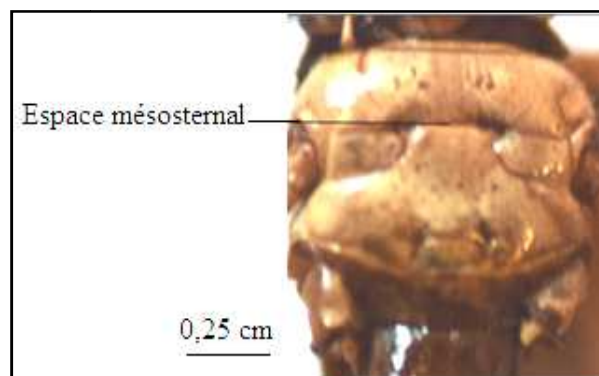


Figure 21 - Espace entre les lobes mésosternaux de *Pseudosphingonotus*

3.2.1.6. – Genre *Sphingoderus*

L'identification morphologique des 24 individus échantillonnés de deux sites, El-ourecia et Bazer Sakhra a montré que tous les individus possèdent des ailes transparentes

et bleues sans bande noirâtre et ils ont un sternum large. L'espace entre les lobes mésosternaux est plus que deux fois à trois fois plus large que long (Fig. 22).



Figure 22 - Espace entre les lobes mésosternaux de *Sphingoderus*

3.2.2. - Analyse moléculaire

L'ADN génomique de chaque espèce extrait chez plusieurs individus a été amplifié et purifié. La figure 23 présente un exemple de profil d'amplification d'ADN de quelques échantillons étudiés. L'ensemble de ces ADN a été séquencé et les nucléotides ont été alignés et corrigés et par conséquent la séquence finale a été enregistrée (Tab.20).

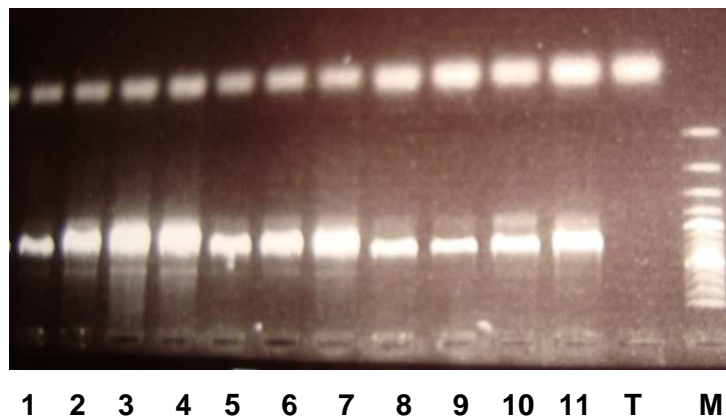


Figure 23 - Image du profil d'électrophorèse d'ADN sur gel d'agarose
1-10 : produits de PCR COI 11: témoin positif T : témoin négatif M : marqueur de taille

Tableau 20 – Alignement des séquences en nucléotides des 8 espèces étudiées

| Code | Espèce | Séquence |
|--------|-------------------------|---|
| A-C13 | <i>C. barbarus</i> | ...CTCCTATCATTACCAGTACTCGCAGGAGCAATTACTATATTACTAACTGACCG... |
| A-C30a | <i>C. wattenwylanus</i> | ...CTTCTATCTTTACCGTTCTAGCAGGAGCAATTACTATACTATTAAGTACCG... |
| B-OM2 | <i>O. miniata</i> | ...CTATTATCCTTACCCGTTCTAGCAGGGCAATTACTATATTATTAAGTACCG... |
| B-SM7 | <i>S. maroccanus</i> | ...TTACTTTTCATTACCTGTATTAGCAGGAGCAATTACAATATTATTAAGTACCG... |
| A-SF10 | <i>P. finotianus</i> | ...TTACTTTTCACTACCTGTATTAGCAGGAGCAATTACAATATTATTAAGTACCG... |
| B-SC8 | <i>S. carinatus</i> | ...TTATTATCACTACCTGTATTAGCAGGAGCAATTACAATATTATTAAGTACCG... |
| B-A5 | <i>A. insubricus</i> | ...CTATTATCATTACCAGTACTTGCAGGAGCAATTACTATGTTATTAACAGACCG... |
| A-A10 | <i>A. patruelis</i> | ...TTATTATCATTACCAGTACTTGCAGGAGCAATTACTATATTATTAACAGATCG... |

3.2.3. – Analyses chémotaxonomiques

L'analyse par GC-MS a permis de mettre en valeur les composés détectés par la GC à FID des extraits cuticulaires des 8 espèces appartenant aux 6 genres définies auparavant par la morphologie et l'ADN, et de compléter potentiellement les identifications.

3.2.3.1. - Genre *Calliptamus*

Les composants identifiés par GC-MS dans le genre *Calliptamus* (Fig. 24) sont tous des hydrocarbures et appartiennent à trois classes (Tab.21) : les *n*-alcane avec des composants à chaîne carbonée de 22 à 40 atomes de carbone, les monométhylalcanes à chaîne carbonée de 25 à 41 atomes de carbone, et les diméthylalcanes à chaînes carbonées de 25 à 43 atomes de carbone. Quatre pics/composés sont restés indéterminés.

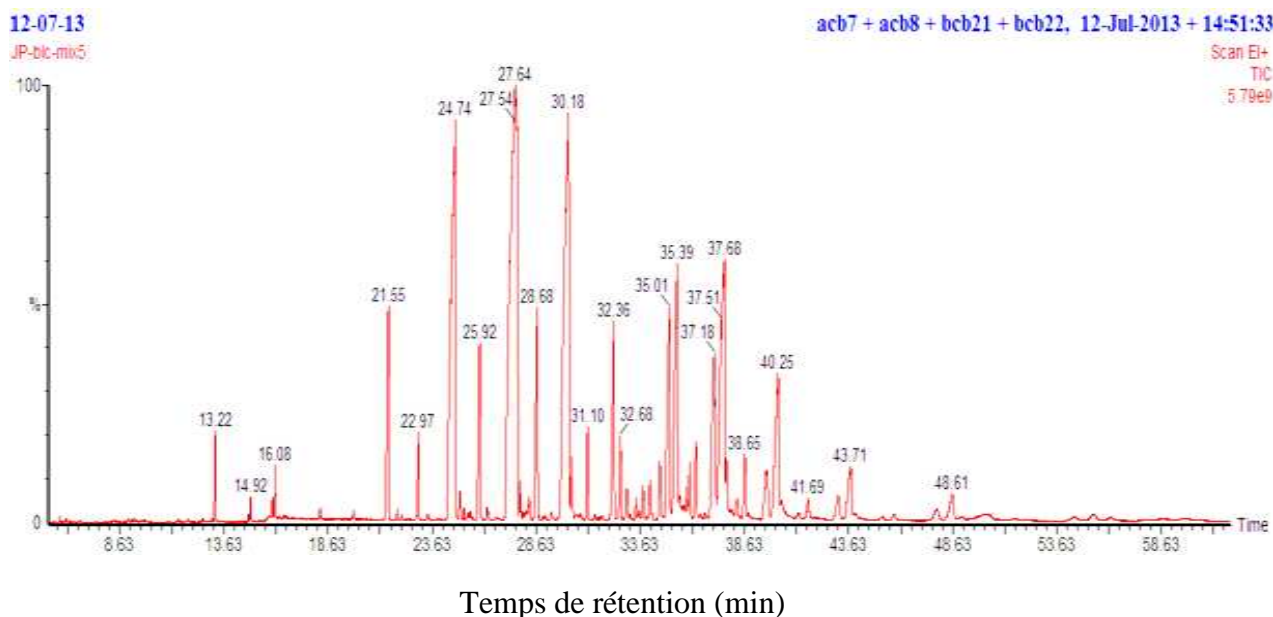


Figure 24 - Chromatogrammes des extraits cuticulaires de *Calliptamus* obtenus par GC/MS

Tableau 21 - Les hydrocarbures cuticulaires identifiés des deux espèces de *Calliptamus*

a = *n*-alcanes ; m = methylalcanes ; d = dimethylalcanes.

| N° Pics | Code | Identification | Nomenclature |
|---------|------|---------------------|--|
| 1 | a1 | <i>n</i> -C22 | <i>n</i> -docosane-(<i>n</i> -C22) |
| 2 | a2 | <i>n</i> -C23 | <i>n</i> -tricosane (<i>n</i> -C23) |
| 3 | a3 | <i>n</i> -C24 | <i>n</i> -tétracosane (<i>n</i> -C24) |
| 4 | a4 | <i>n</i> -C25 | <i>n</i> -pentacosane (<i>n</i> -C25) |
| 5 | m5 | 11-MeC25 | 11-méthylpentacosane |
| 6 | d6 | diMeC25 | diméthylpentacosane |
| 7 | m7 | 3-MeC25 | 3-méthylpentacosane |
| 8 | a8 | <i>n</i> -C26 | <i>n</i> -hexacosane (<i>n</i> -C26) |
| 9 | m9 | 12-MeC26 | 12-méthylhexacosane |
| 10 | m10 | 2-MeC26 | 2-méthylpentacosane |
| 11 | a11 | <i>n</i> -C27 | <i>n</i> -heptacosane (<i>n</i> -C27) |
| 12 | m12 | 13-+11+9-MeC27 | 13-+11-+9-méthylheptacosane |
| 13 | m13 | 5-MeC27 | 5-méthylheptacosane |
| 14 | d14 | 9,x-diMeC27 | diméthylheptacosane |
| 15 | m15 | 3-Me27 | 3-méthylheptacosane |
| 16 | x16 | x | inconnu |
| 17 | a17 | <i>n</i> -C28 | <i>n</i> -octacosane (<i>n</i> -C28) |
| 18 | m18 | 12-MeC28 | 12-méthylactacosane |
| 19 | m19 | 2-MeC28 | 2-méthylactacosane |
| 20 | a20 | <i>n</i> -C29 | <i>n</i> -nonacosane (<i>n</i> -C29) |
| 21 | m21 | 15-+13-+11-+9-MeC29 | 15-+13-+11-+9-méthylnonacosane |
| 22 | m22 | 7-MeC29 | 7-méthylnonacosane |
| 23 | m23 | 5-MeC29 | 5-méthylnonacosane |
| 24 | d24 | dimeC29 | diméthylnonacosane |
| 25 | m25 | 3-MeC29 | 3-méthylnonacosane |
| 26 | d26 | diMeC29 | diméthylnonacosane |

Suite Tableau 21(1)

| N° Pics | Code | Identification | Nomenclature |
|---------|---------|------------------------------|--|
| 27 | a27 | <i>n</i> -C30 | <i>n</i> -triacontane (n-C30) |
| 28 | m28 | 12-MeC30 | 12-methyltriacontane |
| 29 | m29 | 2-MeC30 | 2-methyltriacontane |
| 30 | a30 | <i>n</i> -C31 | <i>n</i> -hentriacontane (n-C31) |
| 31 | m31 | 15-+13-+11-+9-MeC31 | 15-+13-+11-+9-methylhentriacontane |
| 32 | x32 | x | inconnu |
| 33 | m33 | 3-MeC31 | 3-methylhentriacontane |
| 34 | x34 | x | inconnu |
| 35 | a35 | <i>n</i> -C32 | <i>n</i> -dotriacontane (n-C32) |
| 36 | m36 | 12-MeC32 | 12-methyldotriacontane |
| 37 | m37 | 2-MeC32 | 2-methyldotriacontane |
| 38 | a38 | <i>n</i> -C33 | <i>n</i> -tritriacontane (n-C33) |
| 39 | m39 | 17-+15-+13-+11-+9-MeC33 | 17-+15-+13-+11-+9-methyltritriacontane |
| 40 | d40 | dimeC33 | dimethyltritriacontane |
| 41 | m41 | 3-MeC33 | 3-methyltritriacontane |
| 42 | ax42/43 | <i>n</i> -C34 | <i>n</i> -tetratriacontane (n-C34) |
| 43 | m44 | 14-+12-MeC34 | 14-+12-methyltetratriacontane |
| 44 | m45 | 2-MeC34 | 2-methyltetratriacontane |
| 45 | a46 | <i>n</i> -C35 | <i>n</i> -pentatriacontane (n-C35) |
| 46 | m47 | 17-+15-+13-+13-+11-MeC35 | 17-+15-+13-+13-+11-methylpentatriacontane |
| 47 | d48 | 13,19-+15,19-+11,19-diMeC37 | 13,19-+15,19-+11,19-dimethylpentatriacontane |
| 48 | x49 | x | inconnu |
| 49 | m50 | 3-MeC35 | 3-methylpentatriacontane |
| 50 | a51 | <i>n</i> -C36 | <i>n</i> -hexatriacontane (n-C36) |
| 51 | m52 | 14-+12-MeC36 | 14-+12-methylhexatriacontane |
| 52 | d53 | dimeC36 | dimethylhexatriacontane |
| 53 | a54 | <i>n</i> -C37 | <i>n</i> -heptatriacontane (n-C37) |
| 54 | m55 | 19-+17-+15-+13-+11-MeC37 | 19-+17-+15-+13-+11-methylheptatriacontane |
| 55 | d56 | 15,21-+13,21-+11,21-diMeC37 | 15,21-+13,21-+11,21-dimethylheptatriacontane |
| 56 | m57 | 3-MeC37 | 3-methylheptatriacontane |
| 57 | a58 | <i>n</i> -C38 | <i>n</i> -octatriacontane (n-C38) |
| 58 | m59 | 14-+12-MeC38 | 14-+12-methyloctatriacontane |
| 59 | d60 | diMeC38 | dimethyloctatriacontane |
| 60 | a61 | <i>n</i> -C39 | <i>n</i> -nonatriacontane (n-C39) |
| 61 | m62 | 19-+17-+15-+13-+11-MeC39 | 19-+17-+15-+13-+11-methylnonatriacontane |
| 62 | d63 | 11,23-+11,25+11,27-diMeC39 | 11,23-+11,25+11,27-dimethylnonatriacontane |
| 63 | a64 | <i>n</i> -C40 | <i>n</i> -tetracontane (n-C40) |
| 64 | m65 | 14-MeC40 | 14-methyltetracontane |
| 65 | d66 | diMeC40 | dimethyltetracontane |
| 66 | m67 | 21-+19-+17-+15-+13-+11-MeC41 | 21-+19-+17-+15-+13-+11-methylhentetracontane |
| 67 | d68 | 11,29-+11,27-+11,25-diMeC41 | 11,29-+11,27-+11,25-dimethylhentetracontane |
| 68 | d69 | diMeC43 | dimethyltritetracontane |

3.2.3.2. – Genre *Oedipoda*

Les hydrocarbures identifiés par GC-MS dans le genre *Oedipoda* (Fig. 25) appartiennent à quatre classes (Tab. 22) : les *n*-alcane et les monométhylalcanes, chacune de ces deux classes possède des composants à chaîne carbonée de 23 à 39 atomes de carbone ; les diméthylalcanes à chaîne carbonée de 29 à 39 atomes de carbone et les triméthylalcanes à chaîne carbonée de 35 à 39 atomes de carbone. Un seul composé est resté indéterminé.

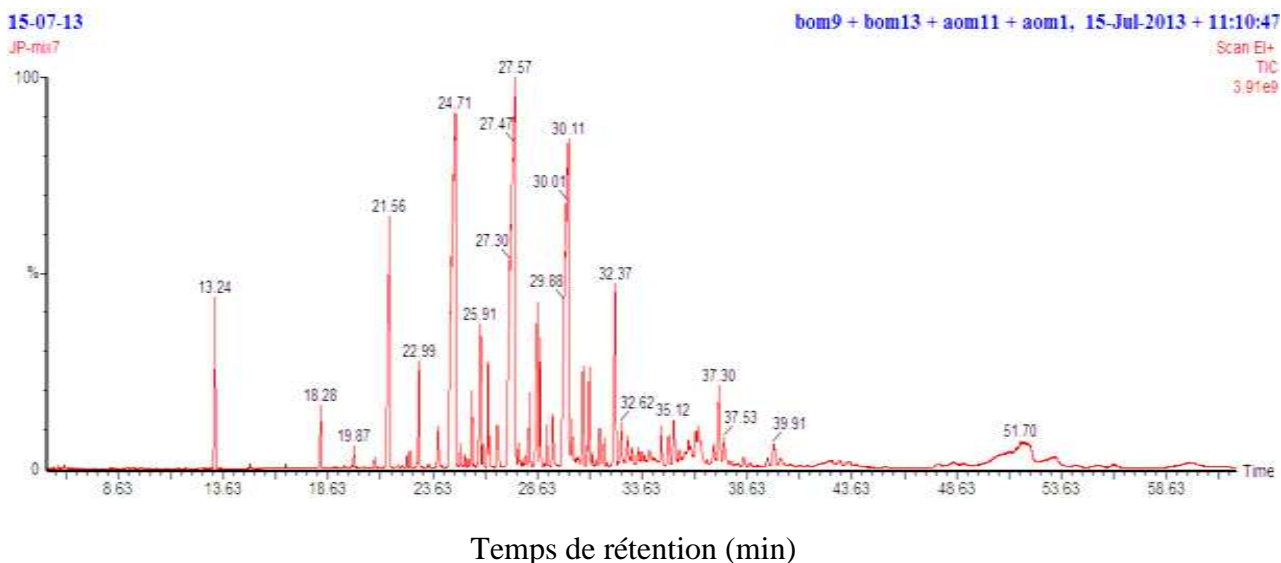


Figure 25 - Chromatogrammes des extraits cuticulaires d'*Oedipoda miniata* obtenus par GC/MS

Tableau 22 - Les hydrocarbures cuticulaires identifiés dans *Oedipoda miniata*. t = produits en trace ; N ou non HC = pas hydrocarbure.

| N°pic | Identification |
|-------|----------------|
| 1 | <i>n</i> -C23 |
| 2 | 3-MeC23 |
| 3 | <i>n</i> -C24 |
| 4 | 4/2-MeC24 |
| 5 | <i>n</i> -C25 |
| 6 | 11-MeC25 |
| 7 | 4-MeC25 |
| 8 | 3-MeC25 |
| 9 | <i>n</i> -C26 |
| t | 12-MeC26 +X |
| 10 | 4/2-MeC26 |
| 11 | <i>n</i> -C27 |
| 12 | 13+11-MeC27 |
| 13 | 5-MeC27 |
| 14 | 4-MeC27 |
| 15 | 3-Me27 |
| 16 | <i>n</i> -C28 |

Suite Tableau 22

| N°pic | Identification |
|---------|------------------------------|
| t | non HC (niv12-MeC28) |
| 17 | 4/2-MeC28 |
| 18 | <i>n</i> -C29 |
| 19 | 15-+13-+11-MeC29 |
| 19b (t) | 7-MeC29 |
| 19c (t) | 5-MeC29 |
| 20 | diMeC29 |
| 21 | 3-MeC29 |
| 22 | <i>n</i> -C30 |
| 23 | non HC (niv12-MeC30) |
| 24 | 4/2-MeC30 |
| 25 | <i>n</i> -C31 |
| 26 | 15-+13-+11-MeC31 (+non HC) |
| 26b (t) | 9+7-MeC31 |
| 26c (t) | 5-MeC31 |
| 27 | diMeC31 |
| 28 (t) | non HC |
| 29 | 3-MeC31 |
| 30 | <i>n</i> -C32 |
| t | non HC (niv12-+11-+10-MeC32) |
| 31 | 4/2-MeC32 |
| 32 | <i>n</i> -C33 |
| 33 | 17-+15-+13-+11-MeC33 |
| 34 | 11,15-diMeC33 |
| 35 | 3-MeC33 |
| 36 | <i>n</i> -C34 |
| 36b | N |
| 37 | N |
| 37b | N |
| 38 | N |
| 39 | <i>n</i> -C35 |
| t | N |
| 40 | 17-+15-+13-+13-+11-MeC35 |
| 41 | 11,19-+11,25-diMeC35 |
| 42 | 11,19,25-triMeC35 |
| 42b | <i>n</i> -C36 |
| t | non HC (niv14-+12-MeC36) |
| t | N |
| t | N |
| 45 (t) | <i>n</i> -C37 |
| 46 | 19-+17-+15-+13-+11-MeC37 |
| 47 | 15,21+17,21-diMeC37 |
| 48 | triMeC37 |
| 48b (t) | <i>n</i> -C38 |
| 49 | X |
| t | <i>n</i> -C39 |
| 50 | 19-+17-+15-+13-+11-MeC39 |
| 51 | diMeC39 |
| 52 | triMeC39 |

3.2.3.3. – Genre *Acrotylus*

Les composants d'HCs identifiés par GC-MS dans le genre *Acrotylus* (Fig. 26 ; Fig. 27) appartiennent à quatre classes (Tab. 23) : les *n*-alcane avec des composants à chaîne carbonée de 23 à 37 atomes de carbone, les monométhylalcanes à chaîne carbonée de 26 à 35 atomes de carbone, les diméthylalcanes à chaîne carbonée de 27 à 35 atomes de carbone et les triméthylalcanes à chaîne carbonée de 30 à 36 atomes de carbone.

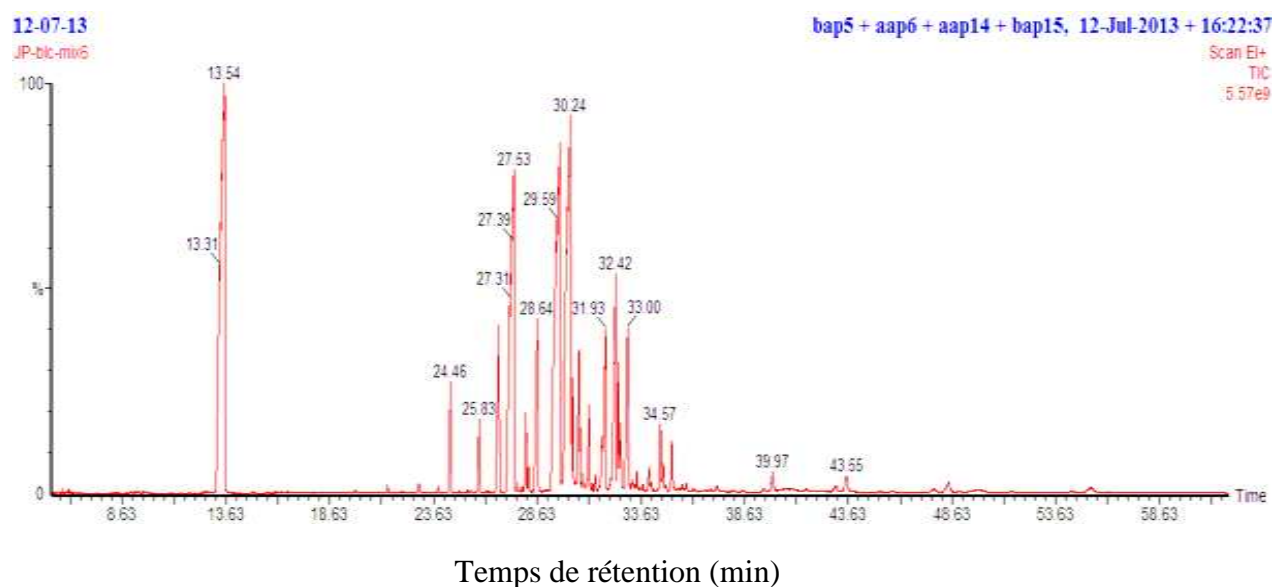


Figure 26 - Chromatogrammes des extraits cuticulaires d'*Acrotylus insubricus* obtenus par GC/MS

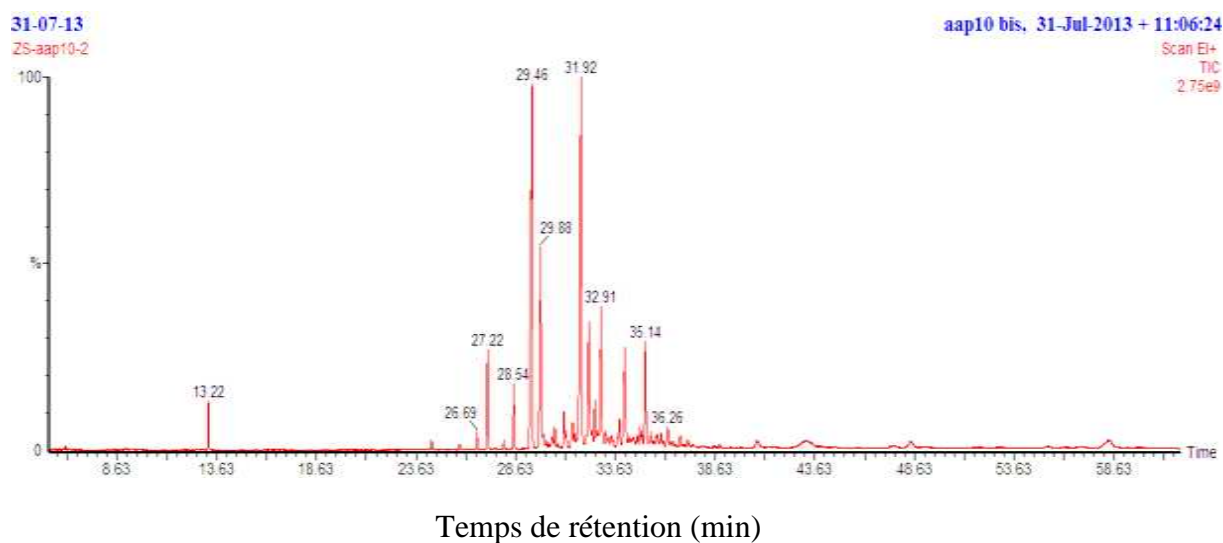


Figure 27 - Chromatogrammes des extraits cuticulaires d'*Acrotylus patruelis* obtenus par GC/MS

Tableau 23 - Les hydrocarbures cuticulaires identifiés dans *Acrotylus*

| Identification | N°pics <i>A.insubricus</i> | N°pics <i>A.patruelis</i> |
|------------------|----------------------------|---------------------------|
| <i>n</i> -C23 | t | — |
| <i>n</i> -C24 | t | — |
| <i>n</i> -C25 | t | — |
| <i>n</i> -C26 | t | — |
| 2-MeC26 | t | — |
| <i>n</i> -C27 | 1 | 1 |
| 13-+11-MeC27 | t | — |
| diMeC27 | t | — |
| 3-Me27 | t | — |
| <i>n</i> -C28 | 2 | 2 |
| 12-MeC28 | t | — |
| 4/2-MeC28 | 3 | 3 |
| <i>n</i> -C29 | 4 | 4 |
| 15-+13-+11-MeC29 | 5 | t |
| 7-MeC29 | t | — |
| 5-MeC29 | t | — |
| diMeC29 | t | — |
| 4/2-MeC29 | 6 | 6 |
| 3-MeC29 | 7 | t |
| <i>n</i> -C30 | 8 | 8 |
| 12-MeC30 | t | — |
| 4/2-MeC30 | 9 | 9 |
| X | 10 | — |
| <i>n</i> -C31 | 11 | 11 |
| 4,12,16-triMeC30 | 12 | t |
| 15-+13-+11-MeC31 | 13 | t |
| 9+7-MeC31 | t | t |
| 5-MeC31 | t | — |
| 13,17-diMeC31 | 15 | t |
| 4/2-MeC31 | 16 | 16 |
| 3-MeC31 | t | t |
| <i>n</i> -C32 | 18 | 18 |
| X | t | 19 |
| 14-+12-MeC32 | 20 | — |
| 6-MeC32 | t | t |
| diMeC32 | 21 | t |
| 4/2-MeC32 | 22 | 22 |
| 3-MeC32 | t | — |
| X | t | — |
| <i>n</i> -C33 | 25 | 25 |
| 9+7-MeC31 | t | t |
| 5-MeC31 | t | — |
| 13,17-diMeC31 | 15 | t |
| 4/2-MeC31 | 16 | 16 |
| 3-MeC31 | t | t |
| <i>n</i> -C32 | 18 | 18 |
| X | t | 19 |
| 14-+12-MeC32 | 20 | — |
| 6-MeC32 | t | t |
| diMeC32 | 21 | t |
| 4/2-MeC32 | 22 | 22 |

Suite Tableau 23

| Identification | N°pics_ <i>A.insubricus</i> | N°pics_ <i>A.patruelis</i> |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 3-MeC32 | t | — |
| X | t | — |
| <i>n</i> -C33 | 25 | 25 |
| 4,12,16-triMeC32 | 26 | t |
| 17-+15-MeC33 | 27 | 27 |
| 9-+7-MeC33 | t | t |
| 13,17-+13,19-+13,21-diMeC33 | 29 | 29 |
| 4/2-MeC33 | t | 30 |
| X | t | t |
| <i>n</i> -C34 | 31 | 31 |
| triMeC33 | t | t |
| 13-+12-+11-MeC34 | t | t |
| diMeC34 | 32 | t |
| 8,12,16-triMeC34 | — | 33 |
| 4/2-MeC34 | 33 | t |
| X | 34 | t |
| X | 35 | t |
| <i>n</i> -C35 | 36 | 36 |
| triMeC34 | 37 | — |
| 17-+15-+13-+13-+11-MeC35 | t | t |
| X | 39 | t |
| 13,21-diMeC35 | 40 | 40 |
| X | 41 | t |
| <i>n</i> -C36 | t | t |
| trimethylC36 | — | t |
| <i>n</i> -C37 | t | t |

3.2.3.4. – Genre *Sphingonotus*

Les hydrocarbures identifiés par GC-MS dans le genre *Sphingonotus* (Fig. 28) appartiennent à quatre classes (Tab. 24) : les *n*-alcane représentant avec des chaînes carbonées de 23 à 39 atomes de carbone, les monométhylalcanes à chaîne carbonée de 25 à 39 atomes de carbone, les diméthylalcanes à chaîne carbonée de 25 à 39 atomes de carbone et les triméthylalcanes à chaîne carbonée de 33 à 39 atomes de carbone.

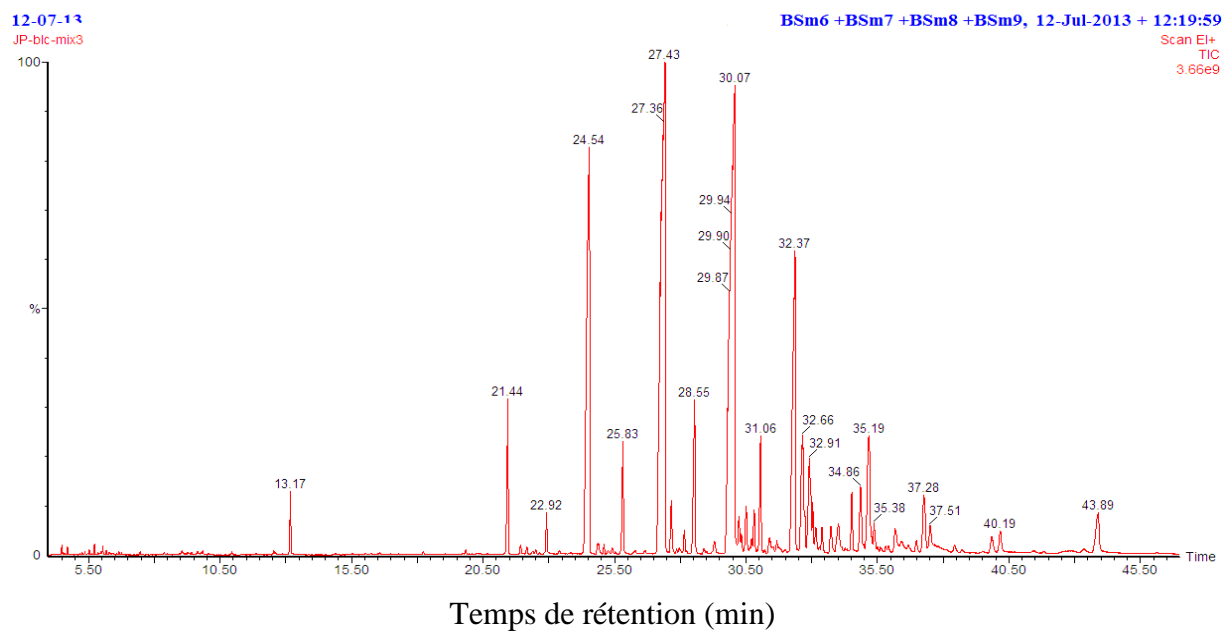


Figure 28 - Chromatogrammes des extraits cuticulaires de *Sphingonotus maroccanus* obtenu par GC/MS

Tableau 24 - Les hydrocarbures cuticulaires identifiés dans *Sphingonotus*, *Pseudosphingonotus* et *Sphingoderus*. t : produits en trace ; N : pas hydrocarbure ; x : inconnu

| Identification | N°pic_ <i>Sphingonotus maroccanus</i> | N°pic_ <i>Pseudosphingonotus finotianus</i> | N°pic_ <i>Sphingoderus carinatus</i> |
|-------------------|---------------------------------------|---|--------------------------------------|
| <i>n</i> -C23 | 1 | 1 | |
| x | 2 | 2 | |
| <i>n</i> -C24 | 3 | 3 | t |
| <i>n</i> -C25 | 4 | 4 | 2 |
| 11-MeC25 | 5 | 5 | t |
| diMeC25 (+5MeC25) | 6 | 6 | t |
| 3-MeC25 | 7 | 7 | t |
| <i>n</i> -C26 | 8 | 8 | 3 |
| 12-MeC26 | t | t | t |
| 2-MeC26 | 10 | t | 3,3 |
| <i>n</i> -C27 | 11 | 11 | 4 |
| 13-+11-MeC27 | 12 | 12 | 5,1 |
| 5-MeC27 | 13 | 13 | 5,3 |
| diMeC27 | 14 | 14 | 5,4 |
| 3-Me27 | 15 | 15 | 5,5 |
| <i>n</i> -C28 | 17 | 17 | 6 |
| 12-MeC28 | 18 | t | t |
| 4/2-MeC28 | 19 | t | 7 |
| <i>n</i> -C29 | 20 | 20 | 10 |
| 15-+13-+11-MeC29 | 21 | 21 | 11 |
| 7-MeC29 | 22 | 22 | 11,1 |
| 5-MeC29 | 23 | 23 | 11,3 |
| diMeC29 | 24 | 24 | 11,4 |

Suite Tableau 24(1)

| Identification | N°pic_Sphingonotus <i>maroccanus</i> | N°pic_Pseudosphingonotus <i>finotianus</i> | N°pic_Sphingoderus <i>carinatus</i> |
|--|---|---|--|
| 3-MeC29 | 25 | 25 | 12 |
| x | 26 | 26 | |
| n-C30 | 27 | 27 | 13 |
| 12-MeC30 | 28 | 28 | t |
| 4/2-MeC30 | 29 | 29 | 14 |
| n-C31 | 30 | 30 | 18 |
| 15-+13-+11-MeC31 | 31 | 31 | 19 |
| 9+7-MeC31 | t | t | |
| 5-MeC31 | t | 32 | t |
| diMeC31 | 32 | 32 | t |
| 3-MeC31 | 33 | 33 | t |
| diMeC31 | 34 | 34 | t |
| n-C32 | 35 | 35 | 22,1 |
| 12-+11-+10-MeC32 | 36 | 36 | 23,2 |
| 4/2-MeC32 | 37 | 37 | t |
| 3-MeC32 | | 38 | t |
| N | | 38,1 | |
| n-C33 | 39 | 39 | 27 |
| 17-+15-+13-+11-MeC33 | 40 | 40 | 30 |
| 9MeC33 | 40,1 | | 30,1 |
| 11,17-+11,19-+11,21- diMeC33 | 41 | 41 | 31 |
| 7,15-diMeC33 | 42 | 41,1 | 31b |
| 13,17,21- triMeC33+3MeC33 | 42,1 | 42 | 32,1 |
| n-C34 | 43 | 43 | 33 |
| N | | | t |
| 13-+12-+11-MeC34 | 44 | 44 | 35 |
| diMeC34 or triMeC34 | 45 | 45 | 37 |
| 3-MeC34 | | t | |
| N | 45.1&45.2&45.3 | | t |
| n-C35 | 46 | 46 | 40-1 |
| N | | | t |
| 17-+15-+13-+11- MeC35 | 47 | 47 | 42 |
| 15,19-diMeC35 (Sc)11,15- +11,17-diMeC35(Sm) | 48 | 48 | 44 |
| N | 49 | | |
| triMeC35 | 50 | 49+50 | 45 |
| N | | | t |
| n-C36 | 51,1 | 51 | 47 |
| 14-+12-MeC36 | 52 | 52 | 48 |
| dimeC36 | 53 | 53 | 49 |
| N | | | t |
| N | | 53,1 | t |
| n-C37 | 54 | t | 52,1 |
| N | | | t |
| 19-+17-+15-+13-+11- MeC37 | 55 | 55 | 54 |
| 17,21-(+15,21)-diMeC37 | 56 | 56 | 55 |

Suite Tableau 24(2)

| Identification | N°pic_ <i>Sphingonotus maroccanus</i> | N°pic_ <i>Pseudosphingonotus finotianus</i> | N°pic_ <i>Sphingoderus carinatus</i> |
|--------------------------|---------------------------------------|---|--------------------------------------|
| triMeC37 | 57 | 57 | 56 |
| N | | | t |
| <i>n</i> -C38 | 58 | t | 58 |
| 14++12-MeC38 | 59 | t | 59 |
| diMeC38 | 60 | t | 60 |
| N | | | t |
| <i>n</i> -C39 | 61 | t | 61,1 |
| 19++17++15++13++11-MeC39 | 62 | 62 | 62 |
| diMeC39(+N) | 63 | 63 | 63 |
| triMeC39 | 64 | 64 | |
| N or x | t | t | t |

3.2.3.5. – Genre *Pseudosphingonotus*

Les hydrocarbures identifiés par GC-MS dans le genre *Pseudosphingonotus* (Fig. 29) appartiennent à quatre classes (Tab. 24) : les *n*-alcane avec des chaînes carbonées de 23 à 39 atomes de carbone, les monométhylalcanes à chaîne carbonée de 25 à 39 atomes de carbone, les diméthylalcanes à chaîne carbonée de 25 à 39 atomes de carbone et les triméthylalcanes à chaîne carbonée de 33 à 39 atomes de carbone.

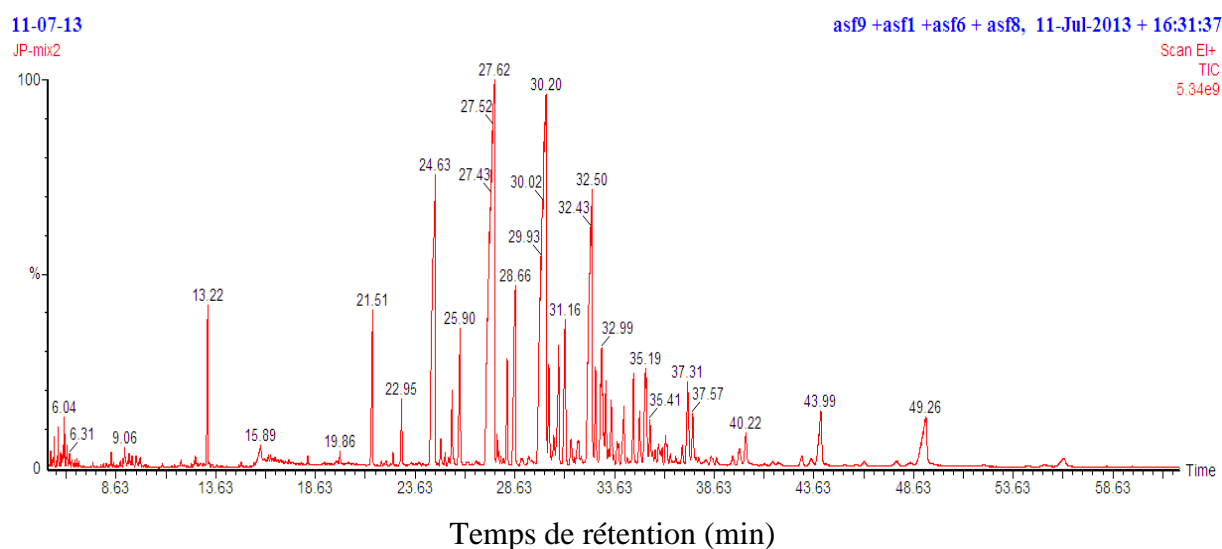


Figure 29 - Chromatogrammes des extraits cuticulaires de *Pseudosphingonotus finotianus* obtenus par GC/MS

3.2.3.6. – Genre *Sphingoderus*

Les hydrocarbures identifiés par GC-MS dans le genre *Sphingoderus* (Fig.30) appartiennent à quatre classes (Tab. 24) : les *n*-alcane représentés avec des chaînes carbonées de 23 à 39 atomes de carbone, les monométhylalcanes à chaîne carbonée de 25 à 39 atomes de carbone, les diméthylalcanes à chaîne carbonée de 25 à 39 atomes de carbone et les triméthylalcanes à chaîne carbonée de 33 à 37 atomes de carbone.

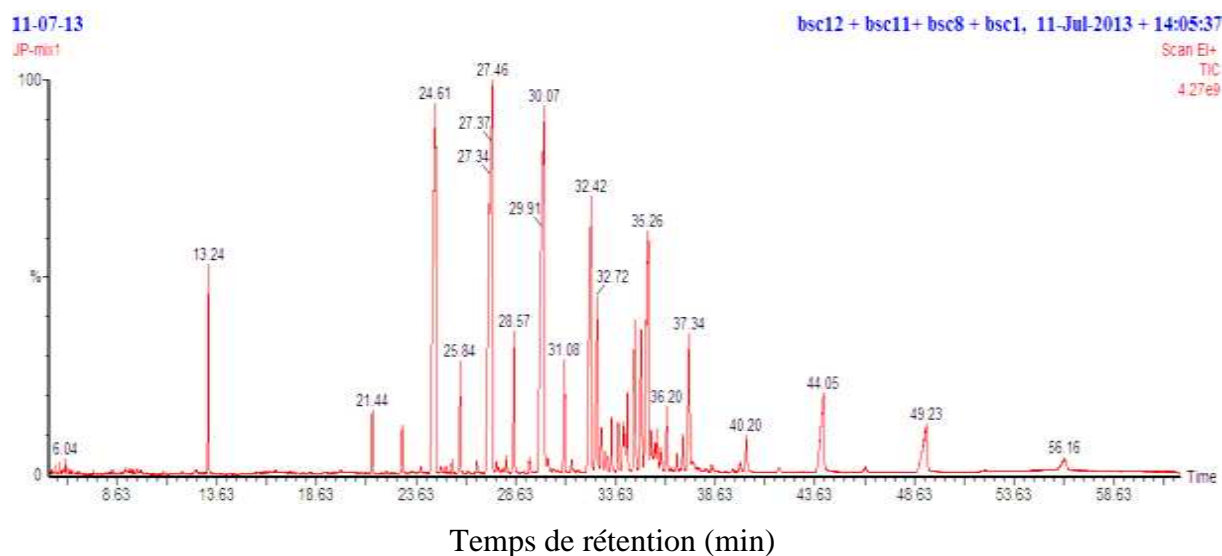


Figure 30 - Chromatogrammes des extraits cuticulaires de *Sphingoderus carinatus* obtenus par GC/MS

3.3. - Analyse des résultats

3.3.1. - Analyse des espèces d'Orthoptères inventoriées

Les espèces d'Orthoptères sont analysées écologiquement d'une part et statistiquement d'autre part.

3.3.1.1. Analyse écologique

3.3.1.1.1. - Qualité de l'échantillonnage

Les valeurs de la qualité de l'échantillonnage de chaque station d'étude sont mises dans le tableau 25. Elles sont inférieures à 1. Ceci démontre que l'échantillonnage des trois stations est bon et que l'effort consenti est suffisant.

Tableau 25 - Qualité de l'échantillonnage des Orthoptères inventoriés dans les stations de Zenadia, d'El ourecia et de Bazer Sakhra

| Stations | Zenadia | El ourecia | Bazer Sakhra |
|---|----------------|-------------------|---------------------|
| Nombre de relevés (N) | 24 | 24 | 24 |
| Nombre d'espèces contactées une seule fois (a) par relevé | 7 | 23 | 23 |
| Qualité de l'échantillonnage (a/N) | 0,29 | 0,96 | 0,96 |

3.3.1.1.2. – Indices écologiques de composition

3.3.1.1.2.1. - Richesse spécifique totale

La richesse spécifique totale de chaque station d'étude est mentionnée dans le tableau 26 et représentée graphiquement dans la figure 31. Les résultats montrent que la station d'El-ourecia est la plus riche en espèces suivie par Bazer Sakhra.

Tableau 26 – Richesse spécifique totale des trois stations d'étude

| Stations | Zenadia | El ourecia | Bazer Sakhra |
|----------------------------|----------------|-------------------|---------------------|
| Richesse spécifique totale | 10 | 34 | 18 |

3.3.1.1.2.2. - Richesse moyenne

La richesse moyenne par relevé de chaque station est déterminée à partir des résultats consignés dans l'annexe 5. Elle est représentée par le tableau 27 et mentionnée graphiquement par la figure 32. Les résultats obtenus mentionnent que la station d'El-ourecia présente la richesse moyenne la plus élevée par relevé.

Tableau 27 – Richesse moyenne par relevé et par station. Sm : Richesse moyenne par relevé ;
St : Richesse moyenne par station

| Dates de relevés | Zenadia Sm | El-Ourecia Sm | Bazer Sakhra Sm |
|------------------|---------------|------------------|--------------------|
| VII. 2007 | 0,12 | 0,2 | 0,16 |
| VIII. 2007 | 0,33 | 0,2 | 0,45 |
| IX. 2007 | 0,04 | 0,37 | 0,41 |
| X. 2007 | 0 | 0,12 | 0,25 |
| XI. 2007 | 0 | 0 | 0 |
| XII. 2007 | 0 | 0 | 0 |
| I. 2008 | 0 | 0 | 0 |
| II. 2008 | 0 | 0,08 | 0 |
| III. 2008 | 0 | 0,29 | 0 |
| IV. 2008 | 0 | 0,2 | 0 |
| V. 2008 | 0 | 0,37 | 0 |
| VI. 2008 | 0,12 | 0,25 | 0,12 |
| VII. 2008 | 0,16 | 0,41 | 0,25 |
| VIII. 2008 | 0 | 0,37 | 0,16 |
| IX. 2008 | 0 | 0,41 | 0,08 |
| X. 2008 | 0 | 0,41 | 0,04 |
| XI. 2008 | 0 | 0,04 | 0 |
| XII. 2008 | 0 | 0,08 | 0 |
| I.2009 | 0 | 0 | 0 |
| II.2009 | 0 | 0 | 0 |
| III.2009 | 0 | 0,12 | 0 |
| IV.2009 | 0 | 0,16 | 0,04 |
| V.2009 | 0 | 0,2 | 0 |
| VI.2009 | 0 | 0,29 | 0,29 |
| Sm/St | 0,03 | 0,19 | 0,09 |

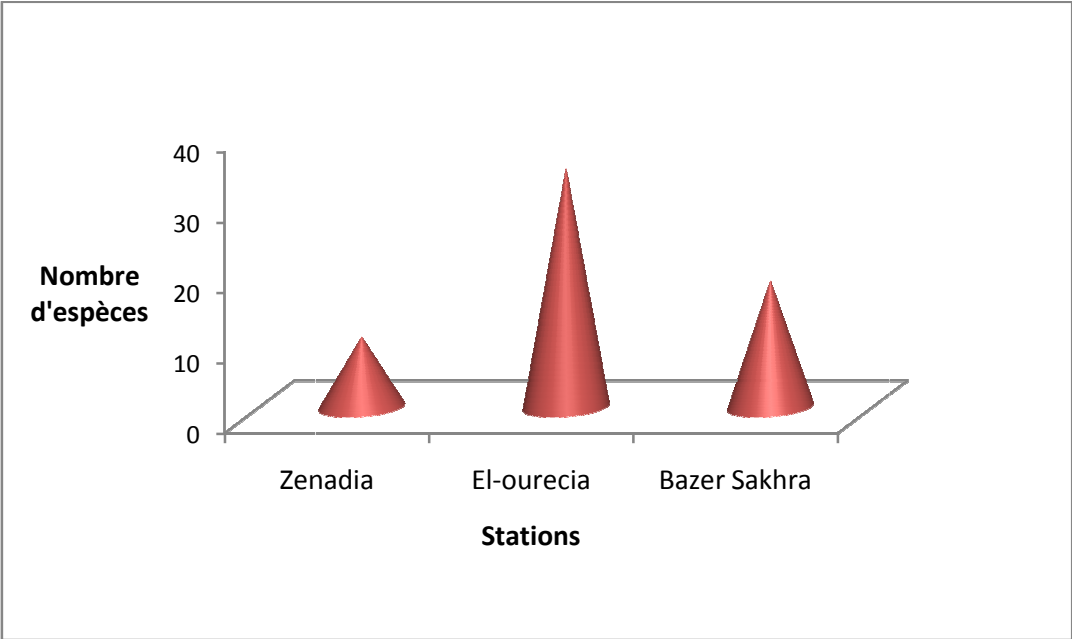


Figure 31 - Répartition spatiale de la richesse totale des espèces d'Orthoptères

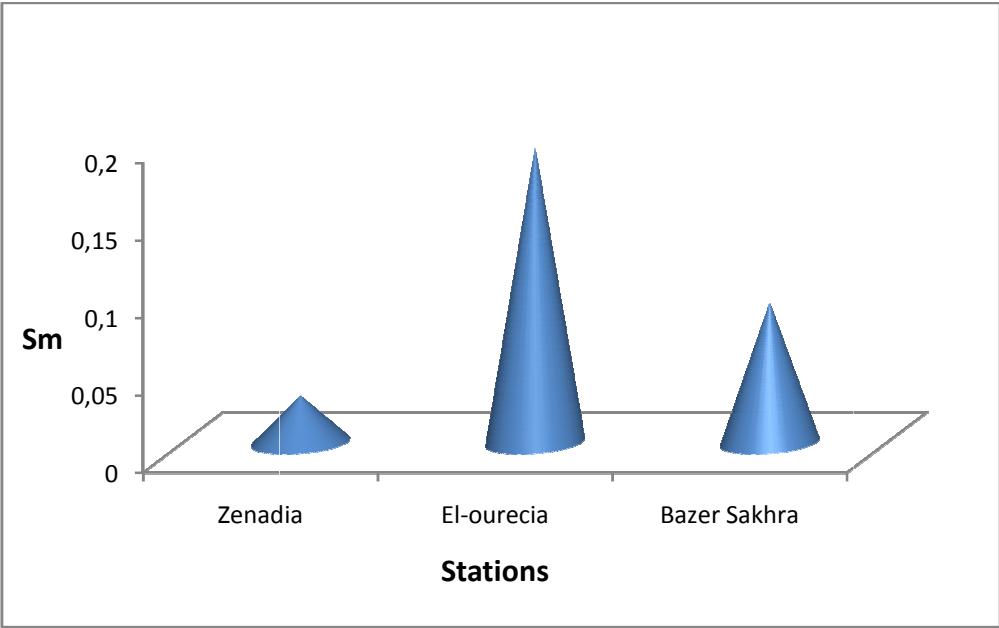


Figure 32 - Répartition spatiale de la richesse moyenne des espèces d'Orthoptères

3.3.1.1.2.3. – Abondance relative

Les abondances relatives des espèces d'Orthoptères inventoriées dans les trois stations sont engendrées dans le tableau 28 et représentées graphiquement par la figure 33. Les valeurs obtenues montrent que l'espèce la plus abondante dans chacune des stations de Zenadia et d'El-ourecia est *Pezotettix giornai*. Alors que dans la station de Bazer Sakhra, l'espèce la plus abondante est *Sphingoderus carinatus*. Par contre la classification des abondances relatives de toutes les espèces est consignée dans le tableau 29. Ce dernier mentionne que l'abondance relative totale la plus élevée des espèces dominantes réside dans la station de Zenadia et celle des espèces influentes se trouve dans la station de Bazer Sakhra. Alors que celle des espèces résidentes est présentée dans la station d'El-ourecia.

Tableau 28 – Abondance relative des espèces d'Orthoptères inventoriées

| Espèces | Zenadia A.R.% | El-ourecia A.R.% | Bazer Sakhra A.R.% |
|-------------------------------------|------------------|---------------------|-----------------------|
| <i>Tessellana tessellata</i> | 0,00 | 1,03 | 0,00 |
| <i>Platycleis affinis</i> | 0,00 | 0,26 | 0,00 |
| <i>Decticus albifrons</i> | 0,00 | 1,29 | 0,00 |
| <i>Odontura sp</i> | 0,00 | 1,03 | 0,00 |
| <i>Odontura algerica</i> | 0,00 | 0,78 | 0,00 |
| <i>Odontura microptera</i> | 0,00 | 0,26 | 0,00 |
| <i>Amphiestris sp</i> | 0,00 | 0,26 | 0,00 |
| <i>Tettigonia sp</i> | 0,00 | 0,52 | 0,00 |
| <i>Ephippigerida nigromarginata</i> | 0,00 | 0,52 | 0,00 |
| <i>Paratettix meridionalis</i> | 0,00 | 0,00 | 0,74 |
| <i>Ocneridia volxemii</i> | 0,00 | 10,86 | 0,00 |
| <i>Acinipe sp</i> | 2,70 | 0,52 | 0,00 |
| <i>Acinipe tibialis</i> | 0,00 | 1,03 | 0,00 |
| <i>Pyrgomorpha conica</i> | 0,00 | 5,17 | 0,00 |
| <i>Pyrgomorpha cognata</i> | 0,00 | 1,03 | 4,41 |
| <i>Pyrgomorpha vosseleri</i> | 0,00 | 1,81 | 0,00 |
| <i>Pezotettix giornai</i> | 43,24 | 26,36 | 0,00 |
| <i>Calliptamus barbarus</i> | 2,70 | 7,24 | 2,21 |
| <i>Calliptamus wattenwylanus</i> | 2,70 | 3,62 | 0,00 |
| <i>Aiolopus thalassinus</i> | 0,00 | 0,00 | 3,68 |
| <i>Aiolopus strepens</i> | 0,00 | 0,00 | 2,94 |
| <i>Dociostaurus jagoi jagoi</i> | 5,41 | 8,27 | 5,15 |
| <i>Dociostaurus maroccanus</i> | 0,00 | 0,52 | 0,00 |
| <i>Omocestus raymondi</i> | 10,81 | 0,78 | 0,00 |
| <i>Omocestus ventralis</i> | 13,51 | 0,78 | 2,94 |
| <i>Ochridia sp.</i> | 0,00 | 0,00 | 1,47 |
| <i>Acrotylus insubricus</i> | 0,00 | 5,68 | 2,94 |

Suite Tableau 28

| Espèces | Zenadia A.R.% | El-ourecia A.R.% | Bazer Sakhra A.R.% |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|-----------------------|
| <i>Oedipoda coerulea sulfurea</i> | 13,51 | 1,55 | 0,74 |
| <i>Oedipoda fuscocincta</i> | 0,00 | 0,26 | 0,00 |
| <i>Oedipoda miniata</i> | 2,70 | 1,55 | 14,71 |
| <i>Sphingonotus azurea</i> | 0,00 | 0,26 | 0,00 |
| <i>Sphingonotus coerulea</i> | 0,00 | 0,26 | 16,18 |
| <i>Sphingonotus diadematus</i> | 0,00 | 0,00 | 2,21 |
| <i>Sphingoderus carinatus</i> | 0,00 | 1,55 | 23,53 |
| <i>Sphingonotus luteus</i> | 0,00 | 0,00 | 0,74 |
| <i>Sphingonotus maroccanus</i> | 0,00 | 0,78 | 0,00 |
| <i>Sphingonotus</i> sp. | 2,70 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Pseudosphingonotus finotianus</i> | 0,00 | 4,13 | 0,00 |
| <i>Pseudosphingonotus canariensis</i> | 0,00 | 0,26 | 0,00 |
| <i>Thalpomena algeriana</i> | 0,00 | 5,94 | 1,47 |
| <i>Miocertus wagneri</i> | 0,00 | 0,00 | 13,24 |
| <i>Oedaleus decorus</i> | 0,00 | 3,62 | 0,00 |
| <i>Locusta migratoria cenerascens</i> | 0,00 | 0,26 | 0,00 |
| <i>Heteracris adspersus</i> | 0,00 | 0,00 | 0,74 |

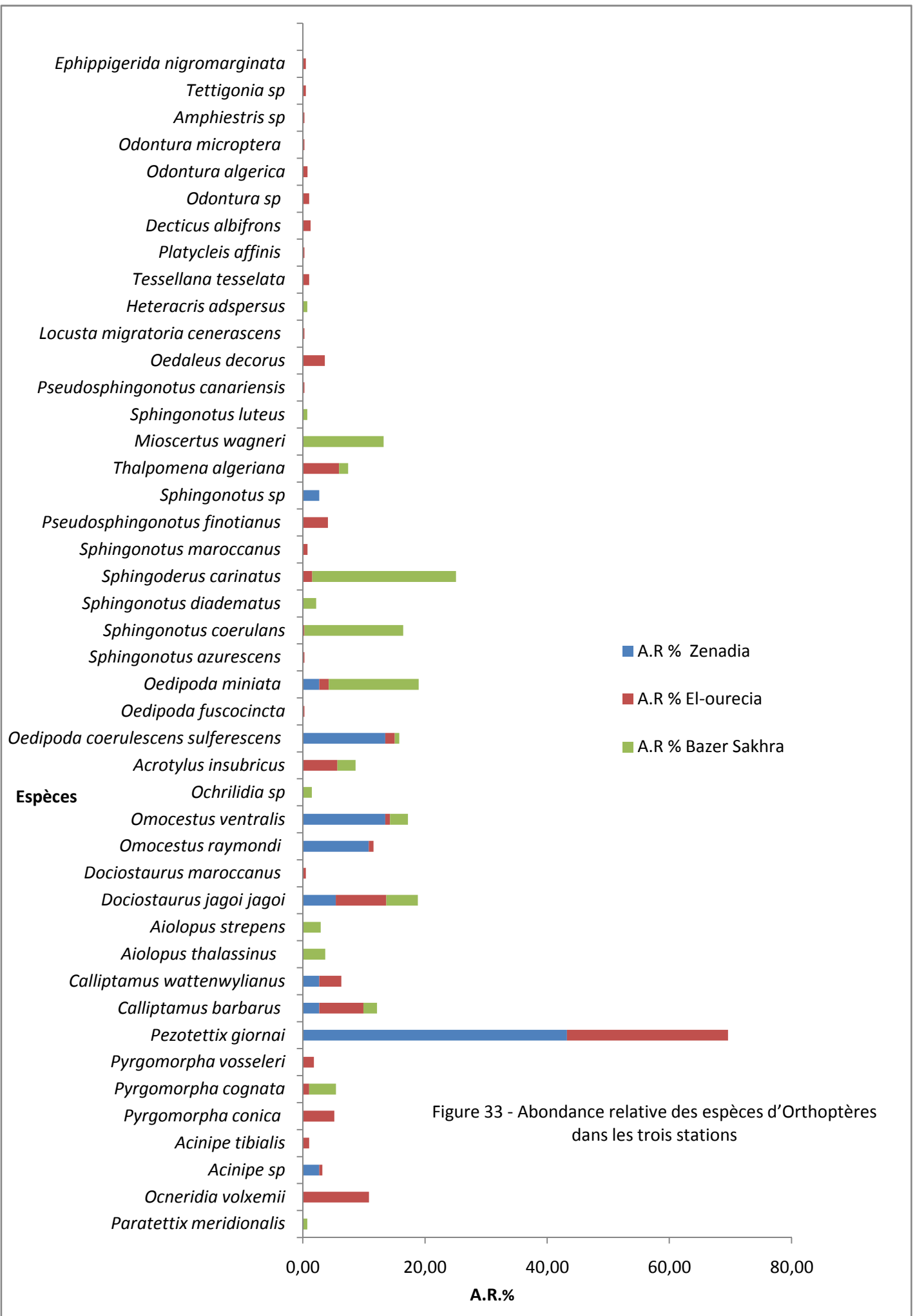


Figure 33 - Abondance relative des espèces d'Orthoptères dans les trois stations

Tableau 29 – Catégories de dominance des espèces d'Orthoptères inventoriées

| Catégorie | Zenadia | El-ourecia | Bazer Sakhra |
|--------------------|--|--|---|
| Dominante | <i>Pezotettix giornai</i> <i>Dociostaurus jagoi jagoi</i> <i>Omocestus raymondi</i> <i>Omocestus ventralis</i> <i>Oedipoda coerulescens</i> <i>sulfurescens</i> | <i>Ocneridia volxemii</i> <i>Pyrgomorpha conica</i> <i>Pezotettix giornai</i> <i>Calliptamus barbarus</i> <i>Dociostaurus jagoi jagoi</i> <i>Acrotylus insubricus</i> <i>Thalpomena algeriana</i> | <i>Dociostaurus jagoi jagoi</i> <i>Oedipoda miniata</i> <i>Sphingonotus coerulans</i> <i>Sphingoderus carinatus</i> <i>Miocertus wagneri</i> |
| A.R% totale | 86,49 | 69,52 | 72,79 |
| Influente | <i>Acinipe sp</i> <i>Calliptamus barbarus</i> <i>Calliptamus wattenwylanus</i> <i>Oedipoda miniata</i> <i>Sphingonotus sp</i> | <i>Calliptamus wattenwylanus</i> <i>Pseudosphingonotus finotianus</i> <i>Oedaleus decorus</i> | <i>Pyrgomorpha cognata</i> <i>Calliptamus barbarus</i> <i>Aiolopus thalassinus</i> <i>Aiolopus strepens</i> <i>Omocestus ventralis</i> <i>Acrotylus insubricus</i> <i>Sphingonotus diadematus</i> |
| A.R% totale | 13, 51 | 11,37 | 21,33 |
| Résidente | | <i>Acinipe sp</i> <i>Acinipe tibialis</i> <i>Pyrgomorpha cognata</i> <i>Pyrgomorpha vosseleri</i> <i>Dociostaurus maroccanus</i> <i>Omocestus raymondi</i> <i>Omocestus ventralis</i> <i>Oedipoda coerulescens</i> <i>sulfurescens</i> <i>Oedipoda fuscocincta</i> <i>Oedipoda miniata</i> <i>Sphingonotus azurescens</i> <i>Sphingonotus coerulans</i> <i>Sphingoderus carinatus</i> <i>Sphingonotus maroccanus</i> <i>Pseudosphingonotus</i> <i>canariensis</i> <i>Locusta migratoria</i> <i>cenerascens</i> <i>Tessellana tessellata</i> <i>Platycleis affinis</i> <i>Decticus albifrons</i> <i>Odontura sp</i> <i>Odontura algerica</i> <i>Odontura microptera</i> <i>Amphiestris sp</i> <i>Tettigonia sp</i> <i>Ephippigerida nigromarginata</i> | <i>Paratettix meridionalis</i> <i>Ochrilidia sp</i> <i>Oedipoda coerulescens</i> <i>sulfurescens</i> <i>Thalpomena algeriana</i> <i>Sphingonotus luteus</i> <i>Heteracris adpersus</i> |
| A.R% totale | | 19,12 | 5,88 |

3.3.1.1.2.4. - Fréquence d'occurrence

Les valeurs de la fréquence d'occurrence de chaque espèce d'Orthoptères inventoriée dans les trois stations sont présentées dans le tableau 30.

Tableau 30 – Fréquence d'occurrence des espèces d'Orthoptères inventoriées

| Espèces | Zenadia F. % | El-ourecia F. % | Bazer Sakhra F. % |
|---|-------------------------|----------------------------|------------------------------|
| <i>Paratettix meridionalis</i> | 0,00 | 0,00 | 4,17 |
| <i>Ocneridia volxemii</i> | 0,00 | 37,5 | 0,00 |
| <i>Acinipe sp</i> | 4,17 | 8,33 | 0,00 |
| <i>Acinipe tibialis</i> | 0,00 | 8,33 | 0,00 |
| <i>Pyrgomorpha conica</i> | 0,00 | 12,50 | 0,00 |
| <i>Pyrgomorpha cognata</i> | 0,00 | 16,67 | 16,67 |
| <i>Pyrgomorpha vosseleri</i> | 0,00 | 8,33 | 0,00 |
| <i>Pezotettix giornai</i> | 16,67 | 33,33 | 0,00 |
| <i>Calliptamus barbarus</i> | 4,17 | 20,83 | 8,33 |
| <i>Calliptamus wattenwylanus</i> | 4,17 | 20,83 | 0,00 |
| <i>Aiolopus thalassinus</i> | 0,00 | 0,00 | 12,50 |
| <i>Aiolopus strepens</i> | 0,00 | 0,00 | 8,33 |
| <i>Dociostaurus jagoi jagoi</i> | 4,17 | 33,33 | 16,67 |
| <i>Dociostaurus maroccanus</i> | 0,00 | 4,17 | 0,00 |
| <i>Omocestus raymondi</i> | 8,33 | 8,33 | 0,00 |
| <i>Omocestus ventralis</i> | 8,33 | 4,17 | 12,50 |
| <i>Ochrilidia sp</i> | 0,00 | 0,00 | 4,17 |
| <i>Acrotylus insubricus</i> | 0,00 | 29,17 | 16,67 |
| <i>Oedipoda coerulescens sulfurescens</i> | 12,50 | 16,67 | 4,17 |
| <i>Oedipoda fuscocincta</i> | 0,00 | 4,17 | 0,00 |
| <i>Oedipoda miniata</i> | 4,17 | 12,50 | 20,83 |
| <i>Sphingonotus azurescens</i> | 0,00 | 4,17 | 0,00 |
| <i>Sphingonotus coerulans</i> | 0,00 | 4,17 | 16,67 |
| <i>Sphingonotus diadematus</i> | 0,00 | 0,00 | 8,33 |
| <i>Sphingoderus carinatus</i> | 0,00 | 16,67 | 20,83 |
| <i>Sphingonotus maroccanus</i> | 0,00 | 8,33 | 0,00 |
| <i>Sphingonotus luteus</i> | 0,00 | 0,00 | 4,17 |
| <i>Sphingonotus sp</i> | 4,17 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Pseudosphingonotus finotianus</i> | 0,00 | 12,50 | 0,00 |
| <i>Pseudosphingonotus canariensis</i> | 0,00 | 4,17 | 0,00 |
| <i>Thalpomena algeriana</i> | 0,00 | 25,00 | 4,17 |
| <i>Miocertus wagneri</i> | 0,00 | 0,00 | 20,83 |
| <i>Oedaleus decorus</i> | 0,00 | 8,33 | 0,00 |
| <i>Locusta migratoria cinerascens</i> | 0,00 | 4,17 | 0,00 |
| <i>Heteracris adpersus</i> | 0,00 | 0,00 | 4,17 |
| <i>Tessellana tessellata</i> | 0,00 | 8,33 | 0,00 |
| <i>Platycleis affinis</i> | 0,00 | 4,17 | 0,00 |
| <i>Decticus albifrons</i> | 0,00 | 4,17 | 0,00 |

Suite Tableau 30

| Espèces | Zenadia F. % | El-ourecia F. % | Bazer Sakhra F. % |
|-------------------------------------|-----------------|--------------------|----------------------|
| <i>Odontura</i> sp. | 0,00 | 8,33 | 0,00 |
| <i>Odontura algerica</i> | 0,00 | 4,17 | 0,00 |
| <i>Odontura microptera</i> | 0,00 | 4,17 | 0,00 |
| <i>Amphiestris</i> sp. | 0,00 | 4,17 | 0,00 |
| <i>Tettigonia</i> sp. | 0,00 | 4,17 | 0,00 |
| <i>Ephippigerida nigromarginata</i> | 0,00 | 4,17 | 0,00 |

3.3.1.1.2.5. - Constance

Selon l'équation de Sturge, le nombre de classes potentielles de constance X est de l'ordre de 6 et l'intervalle par classe est de l'ordre de 16,66 %

Ainsi:

- Les espèces présentes dans plus de 83,4 % à 100 % de relevés sont omniprésentes
- Les espèces présentes dans 66,9 % à 83,4 % de relevés sont constantes
- Les espèces présentes dans 50,1 % à 66,8 % de relevés sont très fréquentes
- Les espèces présentes dans 33,3 % à 50 de relevés sont fréquentes
- Les espèces présentes dans 16,7 % à 33,2 % de relevés sont accessoires
- Les espèces présentes dans moins de 0 % à 16,6 % de relevés sont peu accidentelles.

En effet, le tableau 31 récapitule les résultats de la constance des espèces d'Orthoptères dans les trois stations d'étude.

Tableau 31 - Constance des espèces d'Orthoptères dans les trois stations d'étude

| Espèces | Zenadia C | El-ourecia C | Bazer Sakhra C |
|---|------------------|------------------|-------------------|
| <i>Paratettix meridionalis</i> | - | - | Peu accidentelle |
| <i>Ocneridia volxemii</i> | - | Fréquente | - |
| <i>Acinipe sp</i> | Peu accidentelle | Peu accidentelle | - |
| <i>Acinipe tibialis</i> | - | Peu accidentelle | - |
| <i>Pyrgomorpha conica</i> | - | Peu accidentelle | - |
| <i>Pyrgomorpha cognata</i> | - | Peu accidentelle | Peu accidentelle |
| <i>Pyrgomorpha vosseleri</i> | - | Peu accidentelle | - |
| <i>Pezotettix giornai</i> | Peu accidentelle | Fréquente | - |
| <i>Calliptamus barbarus</i> | Peu accidentelle | Accessoire | Peu accidentelle |
| <i>Calliptamus wattenwylanus</i> | Peu accidentelle | Accessoire | - |
| <i>Aiolopus thalassinus</i> | - | - | Peu accidentelle |
| <i>Aiolopus strepens</i> | - | - | Peu accidentelle |
| <i>Dociopterus jagoi jagoi</i> | Peu accidentelle | Fréquente | Peu accidentelle |
| <i>Dociopterus maroccanus</i> | - | Peu accidentelle | - |
| <i>Omocestus raymondi</i> | Peu accidentelle | Peu accidentelle | - |
| <i>Omocestus ventralis</i> | Peu accidentelle | Peu accidentelle | Peu accidentelle |
| <i>Ochrilidia sp</i> | - | - | Peu accidentelle |
| <i>Acrotylus insubricus</i> | - | Accessoire | Peu accidentelle |
| <i>Oedipoda coerulescens sulferescens</i> | Peu accidentelle | Peu accidentelle | Peu accidentelle |
| <i>Oedipoda fuscocincta</i> | - | Peu accidentelle | - |
| <i>Oedipoda miniata</i> | Peu accidentelle | Peu accidentelle | Accessoire |
| <i>Sphingonotus azureus</i> | - | Peu accidentelle | - |
| <i>Sphingonotus coerulans</i> | - | Peu accidentelle | Peu accidentelle |
| <i>Sphingonotus diadematus</i> | - | - | Peu accidentelle |
| <i>Sphingoderus carinatus</i> | - | Peu accidentelle | Accessoire |
| <i>Sphingonotus maroccanus</i> | - | Peu accidentelle | - |
| <i>Pseudosphingonotus finotianus</i> | - | Peu accidentelle | - |
| <i>Sphingonotus sp</i> | Peu accidentelle | - | - |
| <i>Thalpomena algeriana</i> | - | Accessoire | Peu accidentelle |
| <i>Miocertus wagneri</i> | - | - | Accessoire |
| <i>Sphingonotus luteus</i> | - | - | Peu accidentelle |
| <i>Pseudosphingonotus canariensis</i> | - | Peu accidentelle | - |
| <i>Oedaleus decorus</i> | - | Peu accidentelle | - |
| <i>Locusta migratoria cenerascens</i> | - | Peu accidentelle | - |
| <i>Heteracris adspersus</i> | - | - | Peu accidentelle |
| <i>Tessellana tessellata</i> | - | Peu accidentelle | - |
| <i>Platycleis affinis</i> | - | Peu accidentelle | - |
| <i>Decticus albifrons</i> | - | Peu accidentelle | - |
| <i>Odontura sp</i> | - | Peu accidentelle | - |
| <i>Odontura algerica</i> | - | Peu accidentelle | - |
| <i>Odontura microptera</i> | - | Peu accidentelle | - |
| <i>Amphiestris sp</i> | - | Peu accidentelle | - |
| <i>Tettigonia sp</i> | - | Peu accidentelle | - |
| <i>Ephippigerida nigromarginata</i> | - | Peu accidentelle | - |

3.3.1.1.3. – Indices écologiques de structure

3.3.1.1.3.1. - Indice de diversité de Shannon-Weaver

Les paramètres calculés de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') des espèces d'Orthoptères de chaque station d'étude sont regroupés dans le tableau 32; tableau 33 ; tableau 34 (Annexe 6). De ce fait, la station de Zenadia présente un indice de diversité H' de 2,58 bits, la station d'El-ourecia de 4,02 bits et la station de Bazer Sekhra de 3,38 bits.

3.3.1.1.3.2. - Equitabilité

Les résultats de l'équitabilité (E) des espèces d'Orthoptères de chaque station d'étude sont désignés dans le tableau 35.

Tableau 35 – Indice de diversité de Shannon-Weaver et de l'équitabilité

| Indices écologiques | Zenadia | El-ourecia | Bazer Sakhra |
|---|---------|------------|--------------|
| H' (bits) | 2,58 | 4,02 | 3,38 |
| H max (bits) | 3,32 | 5,12 | 4,16 |
| E (équirépartition) | 0,78 | 0,79 | 0,82 |

Les valeurs de H' sont élevées à El Ourecia et Baze Sakhra. La diversité est moyenne à Zenadia.

3.3.1.1.3.3. - Répartition spatiale ou dispersion

L'étude de la répartition spatiale des espèces d'Orthoptères dans les trois stations d'étude a révélé quatre types de répartitions, contagieux, régulier, aléatoire et uniforme (Annexe 7, Tab 36 ; Tab 37, Tab 38).

3.3.1.2. Analyse statistique

3.3.1.2.1. - Analyse de la variance (Anova)

L'analyse de la variance Anova à un facteur (Tab. 39) utilisée dans la présente étude a permis de distinguer les trois populations d'Orthoptères par la différence de leur moyenne (Fig. 34). La différence moyenne est significative au niveau 0.05.

Tableau 39 – Tableau d'analyse de la variance

| | | Somme des carrés | ddl | Moyenne des carrés | F | Signification |
|------------------|---------------|------------------|-----|--------------------|--------|---------------|
| nombre d'espèces | Inter-groupes | 604,667 | 2 | 302,333 | 25,430 | ,001 |
| | Intra-groupes | 71,333 | 6 | 11,889 | | |
| | Totaux | 676,000 | 8 | | | |
| Effectif | Inter-groupes | 21834,000 | 2 | 10917,000 | 8,644 | ,017 |
| | Intra-groupes | 7578,000 | 6 | 1263,000 | | |
| | Totaux | 29412,000 | 8 | | | |

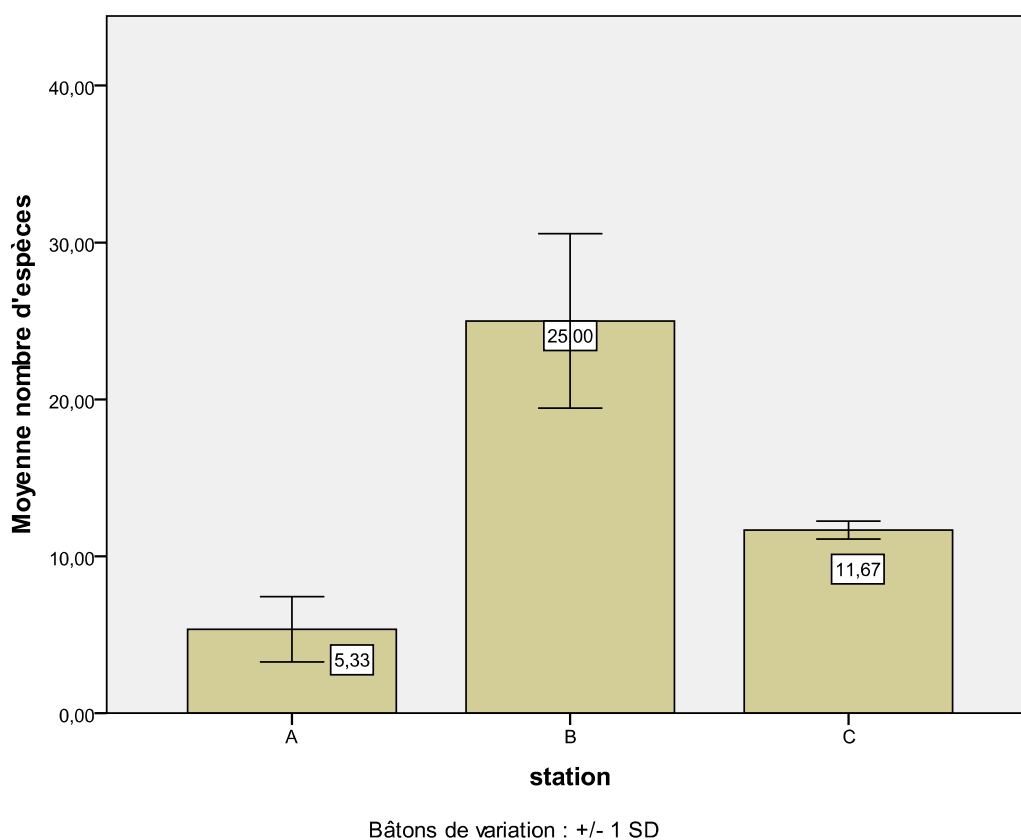


Figure 34 - Moyenne du nombre d'espèces dans les stations d'étude A, B et C

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

Parmi les méthodes d'analyse de similitude qui se base sur une matrice de corrélation, nous avons utilisé l'analyse en composante principale pour interpréter les différentes composantes. Cette analyse a été effectuée sur 45 variables qui correspondent chacune à une espèce d'Orthoptère échantillonnée et trois observations qui correspondent aux stations d'étude. Dans chaque station, la répétition est pratiquée trois fois. En effet, l'axe 1 qui correspond aux variables est exprimé avec une variance de 46,9 % de la variance totale et l'axe 2 qui correspond aux composantes principales est exprimé avec une variance de 18,5 %. La somme des variances cumulées est de 64,3 % (Tab.40). Les résultats sont illustrés par une représentation graphique (Fig.35).

A partir de la figure 35, nous constatons que les différentes observations se répartissent en trois groupes dont leur code est mentionné dans le tableau 19. Le premier groupe comporte les Caelifera et les Ensifera de la friche d'El-ourecia. Le deuxième comporte les espèces représentatives du reboisement de Pin d'Alep de Zenadia et le troisième groupe comporte les espèces du sebkhet Bazer Sakhra.

A travers le plan défini par les deux axes, nous remarquons que le groupement A est situé entre les groupements B et C. Il regroupe la seule espèce spécifique à la station de Zenadia, *Sphingonotus sp* et les espèces en commun avec B et C telle que *Omocestus ventralis* mais avec un effectif plus élevé. Le groupement B dont la majorité des espèces sont situées sur le côté positif de l'axe 1 et s'oppose au groupement C. Il regroupe les espèces spécifiques à la station d'El-ourecia telles que tous les Tettigoniidae et quelques Caelifera notamment *Ocneridia longicornis* et *Sphingonotus azurescens* et les espèces les plus représentées par rapport à celles existants dans la station A et B telle que *Oedipoda coerulescens sulferescens*. Le groupement C dont la majorité des individus sont situées sur le côté négatif de l'axe 1 regroupe les espèces spécifiques à la station de Bazer Sakhra telles que *Sphingonotus diadematus* et *Miocertus wagneri* et les espèces les plus représentées en effectifs par rapport aux mêmes espèces des deux autres stations telle que *Oedipoda miniata* ou par rapport à la station B telles que *Sphingoderuss carinatus* et *Pyrgomorpha cognata*.

Tableau 40 – Valeurs obtenues dans l'analyse en composantes principales**Variance totale expliquée**

| Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus | | |
|---|------------------|-----------|
| Total | % de la variance | % cumulés |
| 20,637 | 45,861 | 45,861 |
| 8,306 | 18,458 | 64,319 |

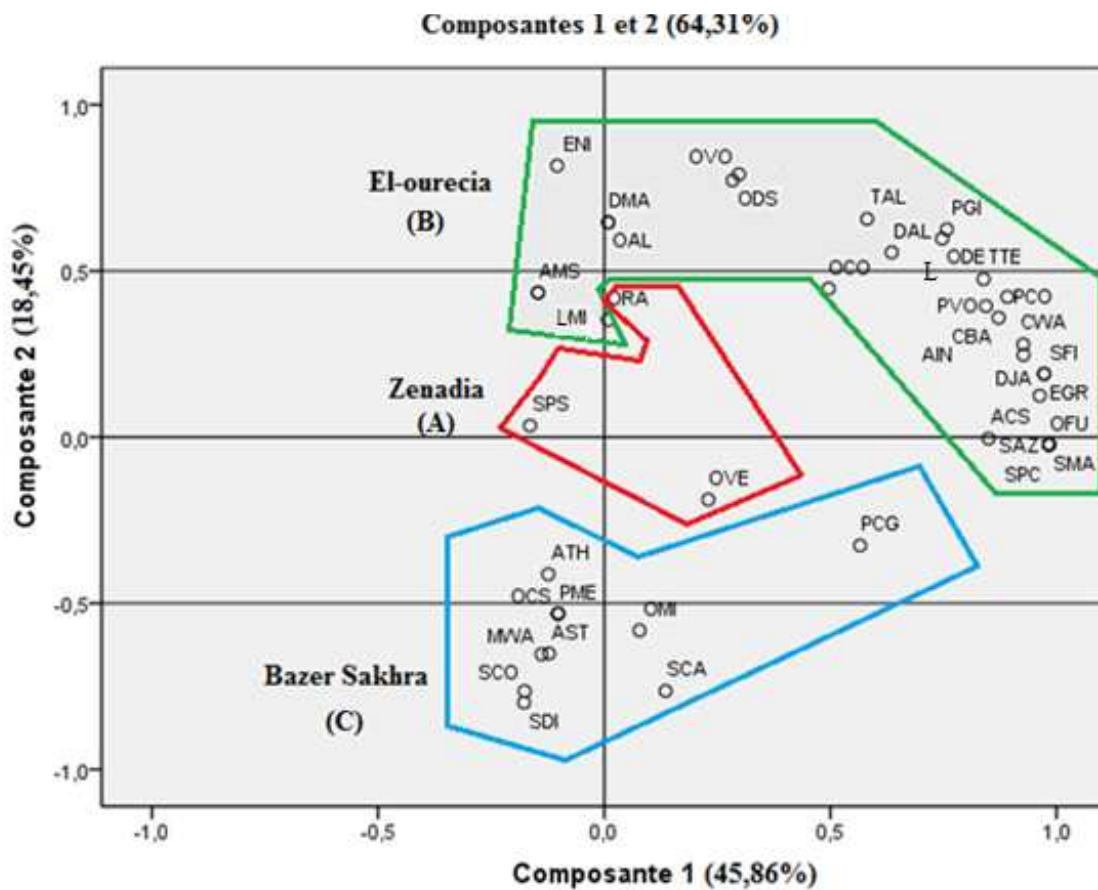


Figure 35 - Analyse en composantes principales des espèces d'Orthoptères des trois stations d'étude

3.3.1.2.3. - Dendrogramme

Il établit le degré de similitude entre les trois stations d'étude et les sous-stations (Fig. 36). Il est à remarquer que les sous-stations de chaque station sont similaires à l'exception d'une seule, soit S1 de la station B. En outre la station de Bazer Sakhra (C) paraît davantage similaire à la station de Zenadia (A) qu'à la station d'El-ourecia

(B). Ceci s'explique par la différence d'effectif d'individus capturés entre les deux stations A et C est moins considérable à celui de la station B.

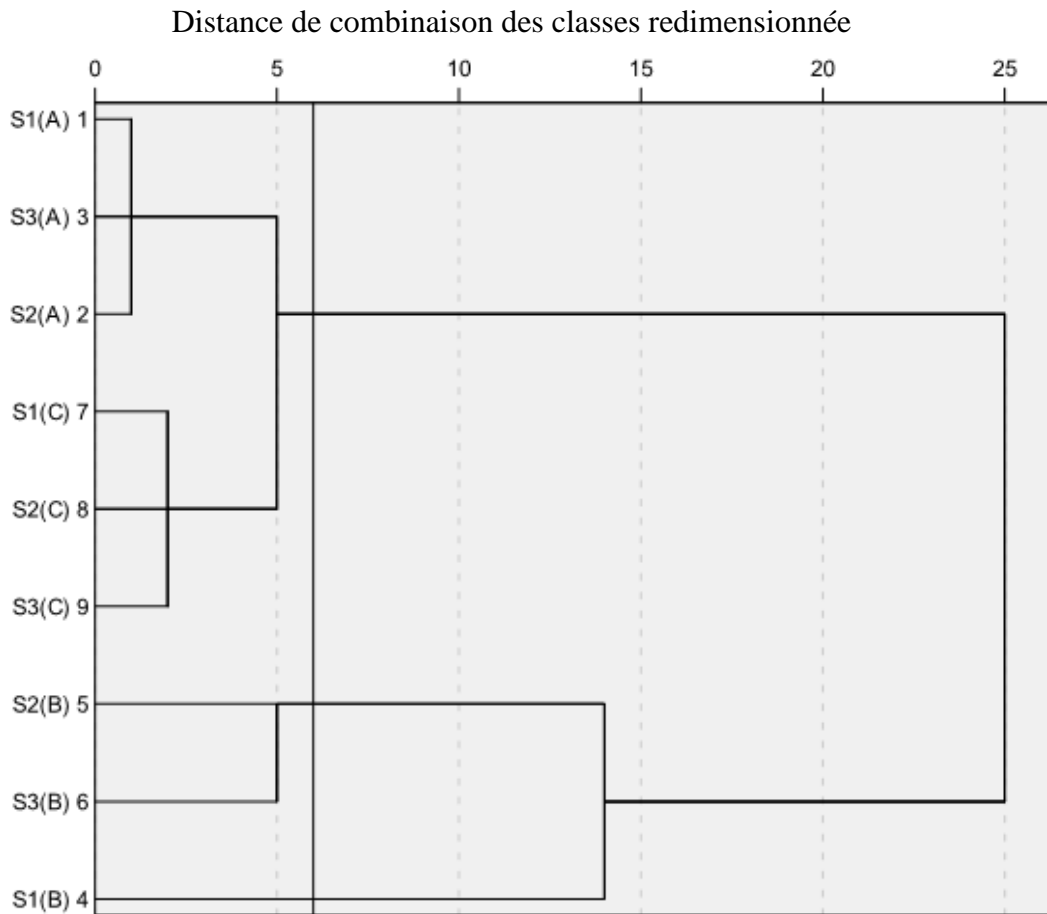


Figure 36 - Arbre hiérarchique utilisant la distance moyenne entre stations et sous- stations d'étude

3.3.2. – Analyse génétique moléculaire : Analyse phylogénétique

Les arbres phylogénétiques reconstruits par les quatre méthodes (MP, NJ, ML et BI) ont montré des topologies congruentes révélant toujours 4 clades majeurs (Fig. 37). Le premier pour *Calliptamus*, le deuxième pour *Acrotylus*, le troisième regroupe *Sphingonotus*, *Pseudosphingonotus*, et *Sphingoderus* et le quatrième clade pour *Oedipoda*. Les échantillons de *Calliptamus* et d'*Acrotylus* se répartissent en deux groupes monophylétiques bien supportés qui permettent de distinguer 2 espèces biotypes différentes pour chacun des deux genres. Le premier groupe du genre *Calliptamus* est formé de quatre haplotypes (AC30a,

AC46a, AC47a et AC50a) appartenant au biotype *C.wattenwylianus*. Le deuxième regroupe les 44 autres spécimens appartenant au biotype *C. barbarus*. Pour le genre *Acrotylus*, le premier groupe est formé d'un seul haplotype (AA10) appartenant au biotype *A. partuelis*. Le deuxième regroupe les seize autres spécimens appartenant au biotype *A. insubricus*. Le troisième clade comprend trois groupes monophylétiques bien supportés qui permettent de distinguer trois espèces biotypes. Le premier est formé de 8 haplotypes appartenant au biotype *Sphingonotus maroccanus*, selon leur identification morphologique. Le deuxième comprend 9 haplotypes appartenant morphologiquement au biotype *Pseudosphingonotus finotianus*. Le troisième est formé de 8 haplotypes appartenant au biotype *Sphingoderus carinatus* d'après le critère morphologique. Les neuf spécimens du genre *Oedipoda* appartiennent tous morphologiquement à *Oedipoda miniata*.

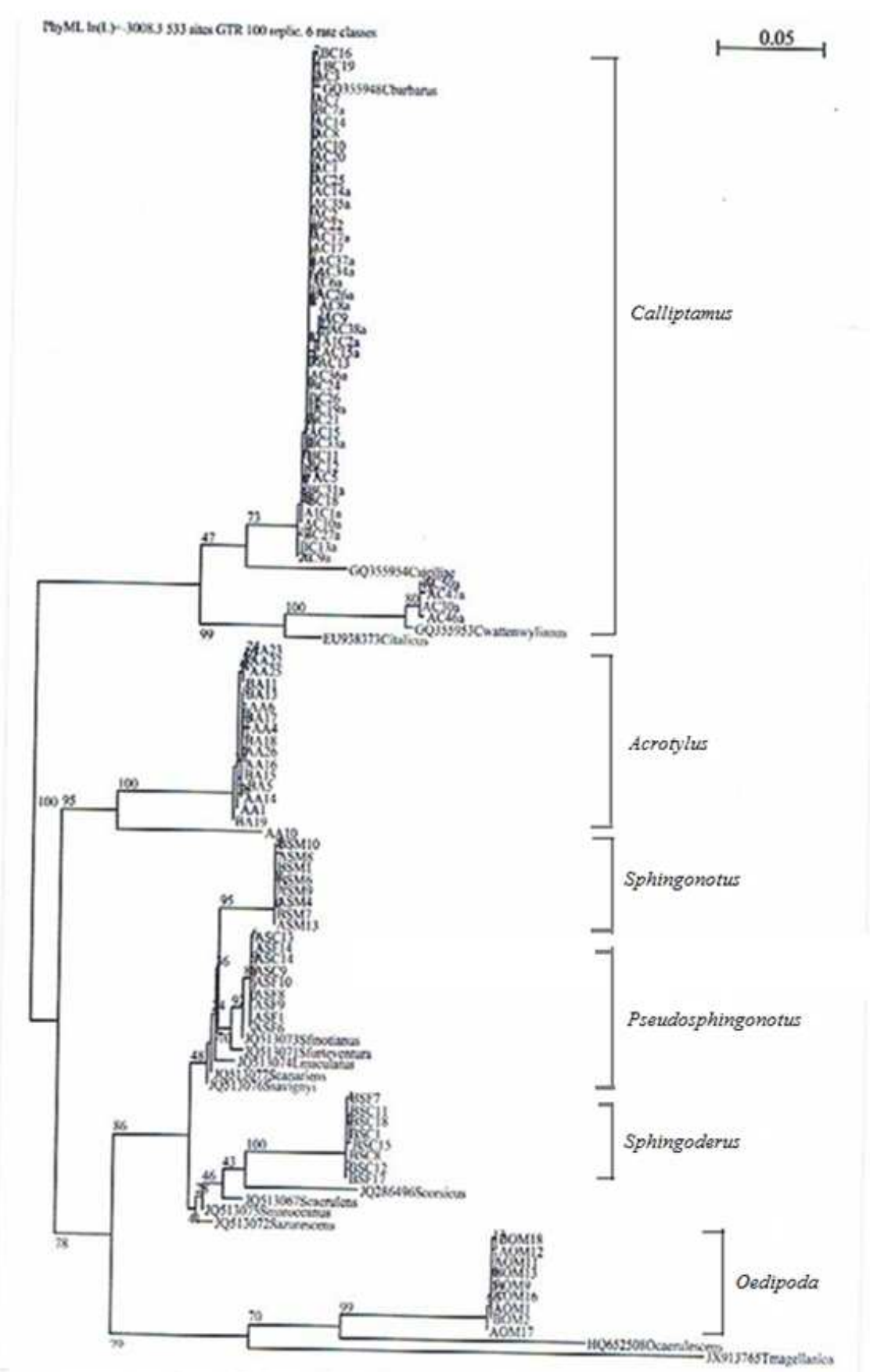
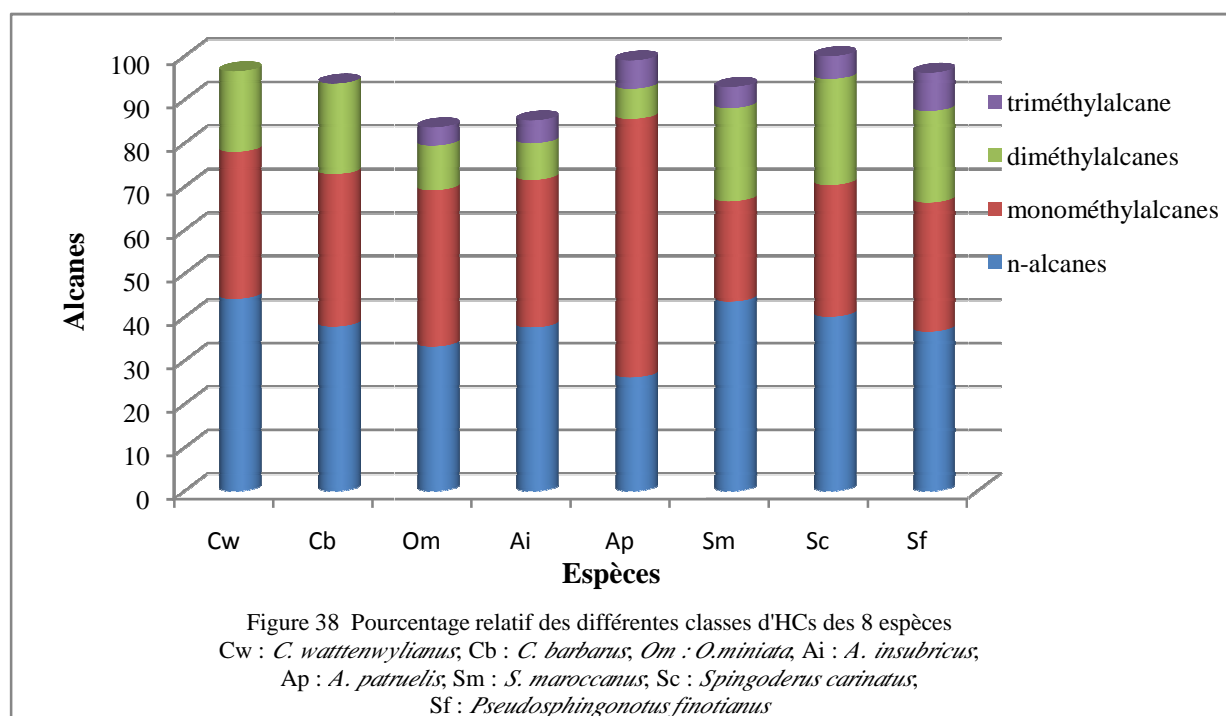


Figure 37- Phylogénie de consensus pour le gène COI obtenus à l'aide d'inférence bayésienne. Les valeurs de soutien de branche sont des probabilités postérieures bayésiennes suivies de valeurs "bootstrap" ML, MP et NJ.

3.3.3. – Analyse des hydrocarbures cuticulaires

Les différentes classes des hydrocarbures cuticulaires sont évaluées après l'intégration des pics obtenus par la chromatographie en phase gazeuse. En effet, l'identification intragénérique d'HCs a révélé que dans les deux espèces de *Calliptamus*, les n-alcane sont plus importants chez *C.wattenwylanus*, alors que les monométhylalcane et les diméthylalcane sont plus importants chez *C. barbarus*. Dans le genre *Acrotylus*, les n-alcane et les diméthylalcane sont plus importants chez *A. insubricus*, par contre les monométhylalcane et les triméthylalcane sont plus importants chez *A. patruelis* (Figure 38). L'identification interspécifique des hydrocarbures cuticulaires a montré que les n-alcane sont prédominants chez *C.wattenwylanus* ; les monométhylalcane sont plus représentés chez *A. patruelis* ; les diméthylalcane sont plus importants dans *Sphingoderus carinatus* ; alors que les triméthylalcane sont plus présents chez *Pseudosphingonotus finotianus* (Figure 38).



3.3.3.1. - Analyse en Composantes Principales

L'analyse en composante principale a été effectuée sur 96 variables qui correspondent chacune au profil d'HCs de chaque acridien et 8 observations qui correspondent aux espèces acridiennes analysées. En effet, l'axe 1 qui correspond aux variables est exprimé avec une variance de 38,04% de la variance totale et l'axe 2 qui correspond aux composantes principales est exprimé avec une variance de 22,79%. La somme des variances cumulées est de 60,83% (Tab.41). Les résultats sont présentés graphiquement par la figure 39 qui montre la dispersion des 8 espèces. A partir de cette figure, nous remarquons clairement la séparation des espèces en quatre groupes. Le premier groupe est formé d'une seule espèce qui est *Sphingoderus carinatus* ; le deuxième groupe comprend 3 espèces, *Sphingonotus maroccanus*, *Pseudosphingonotus finotianus* et *Oedipoda miniata* ; le troisième groupe est formé de deux espèces de *Calliptamus* et le quatrième groupe comprend les deux espèces d'*Acrotylus*.

Tableau 41 – Valeurs obtenues dans l'analyse en composantes principales

| Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus | | |
|---|------------------|-----------|
| Total | % de la variance | % cumulés |
| 35,383 | 38,046 | 38,046 |
| 21,197 | 22,793 | 60,838 |

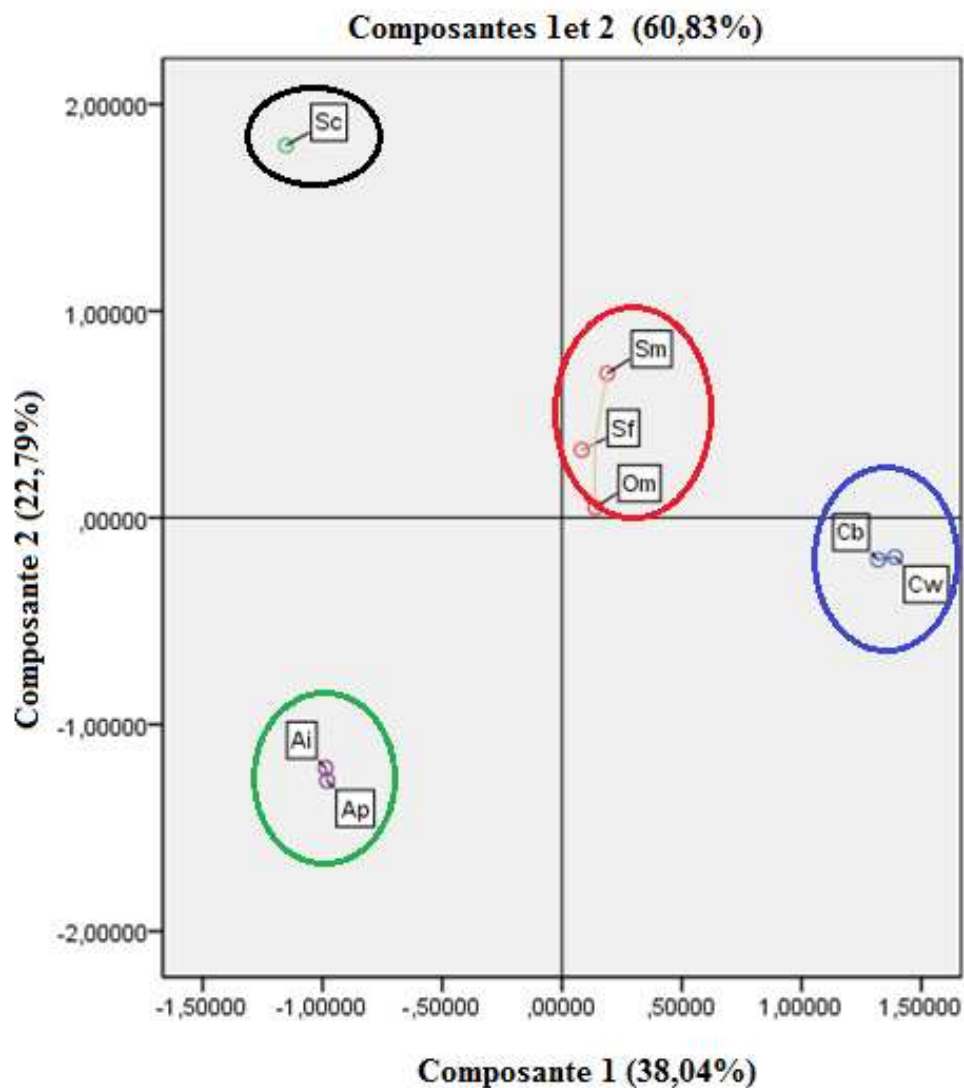


Figure 39- Analyse en composantes principales des profils d'HCs des 8 espèces acridiennes

3.3.3.2. Dendrogramme

La figure 40 montre que *Calliptamus barbarus* est similaire à *C. wattenwylanus* ; *Sphingonotus maroccanus* est similaire à *Pseudosphingonotus finotianus* et *Oedipoda miniata* ; *A. insibricus* est similaire à *A. patruelis*, alors que *Sphingoderus carinatus* n'est pas proche des autres espèces et semble à part des autres espèces et genre.

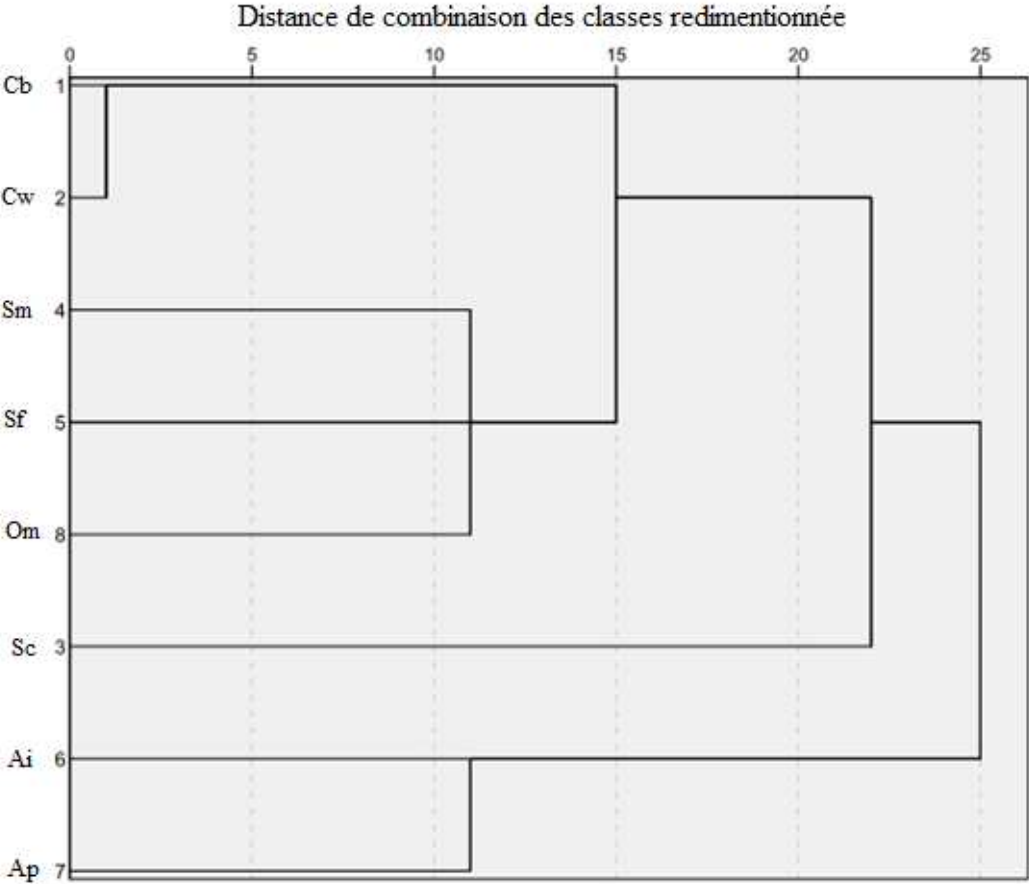


Figure 40 - Arbre hiérarchique utilisant la distance moyenne entre les profils d’HCs des 8 espèces acridiennes

CHAPITRE IV

DISCUSSION GÉNÉRALE

CHAPITRE IV – Discussion générale

Les résultats de l'inventaire des Orthoptères de la région de Sétif sont discutés en premier, auxquels ceux des analyses taxonomiques combinées, morphologiques, chimiques et génétiques portant sur 8 espèces acridiennes retenues, font suite.

4.1. - Discussion sur l'inventaire du peuplement orthoptérologique

La mise en œuvre de la méthode du dénombrement sur quadrats dans chacune des trois stations d'étude, a permis d'établir une liste de 44 espèces identifiées avec 35 espèces Caelifera et 9 espèces d'Ensifera (Tettigoniidae).

Selon les travaux de FELLAOUINE and LOUVEAUX (1994) et BOUNECHADA *et al.* (2006), la totalité des espèces inventoriées dans la même région était de l'ordre de 36 avec 30 Caelifera et 6 espèces d'Ensifera. L'étude de SOFRANE et HARRAT (2007) sur les acridiens a révélé la présence de 9 espèces non mentionnées dans les travaux antérieurs notamment *Euryparyphes quadridentatus* (Brisout, 1852), *Pyrgomorpha vosseleri* (Uvarov, 1923), *Acrida turrita* (Linné, 1758), *Ochrilidia tibialis* (Fieber, 1853), *Sphingonotus azurescens* S. *diadematus*, *S. maroccanus*, *Pseudosphingonotus finotianus* et *Sphingoderus carinatus*. Au total, la région signalait 39 espèces de Caelifera et 6 espèces d'Ensifera.

Le présent travail ajoute 8 nouvelles espèces de Caelifera dans la région d'étude, notamment *Paratettix meridionalis* appartenant à la famille des Acrydiidae (signalée pour la première fois dans la région de Sétif), *Acinipe tibialis*, *Aiolopus thalassinus*, *Mioscertus wagneri*, *Sphingonotus luteus*, *Pseudosphingonotus canariensis*, *Locusta migratoria* et *Heteracris adspersus*. Et 5 nouvelles espèces d'Ensifères, *Platycleis affinis*, *Odontura microptera*, *Amphiestris*, *Ephippigerida nigromarginata* et *Tettigonia* sp. Cette dernière espèce observée à l'état larvaire ce qui a induit la difficulté de son identification. À l'issue de ces inventaires, la région de Sétif présente actuellement 58 espèces identifiées dont 47 espèces de Caelifera et 11 espèces d'Ensifera.

Dans le présent travail, les Oedipodinae représentent le groupe taxonomique, le plus fréquent dans les trois sites. La répartition de ses espèces varie en fonction du biotope. En effet El-Ourecia comprend 52 % de la totalité de cette sous-famille. Cette remarque confirme celles de BOUNECHADA *et al.* (2006) et de SOFRANE et HARRAT (2007), BENKENANA and HARRAT (2009). Ceci montre que le climat semi-aride correspond aux conditions les plus favorables pour cette sous-famille. Effectivement, la liste des Orthoptères Acridoidea de

l'Afrique du Nord-Ouest établie par LOUVEAUX et BEN HALIMA (1987) souligne le nombre élevé des espèces appartenant à la sous-famille des Oedipodinae. L'inventaire de la faune orthoptérologique réalisé dans les trois stations retenues met en évidence des variations stationnelles de la richesse spécifique totale (Fig.31) et de la même façon de la richesse moyenne (Fig. 32). Ainsi la station d'El-ourecia se détache nettement avec un maximum d'espèces, suivie par la station de Bazer Sakhra puis par la station de Zenadia. Ceci montre que les friches à fort recouvrement herbeux sont très importantes en Orthoptères par rapport aux milieux dont la diversité de leur flore est très faible. D'ailleurs SOUTHWOOD *et al.*, (1979) mentionne que l'augmentation de la diversité végétale entraîne une augmentation de la diversité des phytophages.

En effet, une absence totale des Ensifères (Tettigoniidae) est remarquée dans la station de Zenadia. Ce résultat s'accorde avec ceux de NICHANE *et al.* (2013) et SOUTOU *et al.* (2015). Le même résultat a été obtenu dans la station de Bazer Sakhra, qui se caractérise par une diversité floristique faible et une forte salinité du sol. Par conséquent une conductivité électrique élevée du sol constitue probablement une barrière critique pour la répartition des Ensifères.

Les 9 espèces d'Ensifères recensées sont toutes récoltées dans la station d'El-ourecia. De même, CHOPARD (1943) précise la présence préférentielle des *Odontura* dans les champs incultes et MOHAMED SAHNOUN (2010) confirme que la diversité spécifique des Ensifères est plus importante dans les milieux naturels que dans les milieux cultivés.

Quant aux Caelifères, ils sont présents dans les trois stations mais avec des variations (Tab. 19). La station de Bazer Sakhra renferme le maximum d'espèces et héberge 8 espèces exclusives, soit 44% de sa richesse totale. Dans les travaux de BENKENANA *et al.* (2012), les Pamphagidae sont signalés dans une Sebkhia à diversité végétale élevée située à Oum el Bouaghi. Mais dans le présent inventaire, cette famille est absente. Ceci est dû probablement à la différence floristique qui existe entre les deux sites. De ce fait, Il semble que dans la région d'étude, les Caelifères n'ont pas d'exigences envers la salinité du sol contrairement aux Ensifères.

Les Orthoptères sont considérés comme d'excellents indicateurs de l'altitude et du macroclimat. Ce dernier étant caractérisé, la plupart du temps, par deux paramètres, la température et l'humidité (GUEGUEN *et al.*, 1980). Ce qui explique bien la phénologie des espèces capturées au cours de la période d'étude. L'activité de ce groupe d'insectes était

conditionnée par des facteurs climatiques notamment la variation de la température et de l'humidité.

La station d'El-ourecia présente quelques similitudes concernant sa richesse spécifique en acridiens avec la station de Bazer Sakhra (Tab.19). Mais le nombre d'espèces exclusives est plus grand. Il est de l'ordre de 12. La richesse totale de cette friche est comparable aux résultats de SOFRANE et HARRAT (2007). Par contre la station de Zenadia est la plus pauvre en espèces (10 espèces) et ne mentionne aucune espèce exclusive malgré son rapprochement en altitude et en texture du sol avec la station d'El-ourecia. Ces deux facteurs abiotiques ne semblent pas, à priori, intervenir de façon prépondérante dans la richesse spécifique des communautés orthoptérologiques.

Parmi les catégories de dominance d'espèces inventoriées, les espèces dominantes sont de l'ordre de cinq dans la station de Zenadia avec un pourcentage de 86,5 %, 7 dans la station d'El-ourecia avec un pourcentage de 69,5 % et 5 dans la station de Bazer Sakhra avec un pourcentage de 72,8 %. Ces espèces qui se trouvent en abondance, ont trouvé les conditions favorables pour leur développement. Parmi ces espèces, une qui s'est montrée dominante dans chacune des trois stations, il s'agit de *Dociostaurus jagoi jagoi*. Cette espèce avait la même catégorie de dominance dans une prairie à sol sableux, située à une altitude de 823 mètres à Ain Oulmène dans la zone Sud de la région de Sétif (SOFRANE, 2009). En effet, cette espèce peut s'adapter à une grande variété de milieux avec des facteurs édaphique et écologique différents. Les autres espèces changent de catégorie de dominance selon la nature du milieu où elles se trouvent. En effet, les espèces qui pénètrent dans ces biotopes, y demeurent avec des effectifs d'individus réduits, les conditions où elles vivent étant défavorables.

Les résultats obtenus de l'analyse de la constance des espèces inventoriées montrent que toutes les espèces d'Ensifères sont peu accidentelles ainsi que toutes les espèces de Zenadia et la majorité des Caelifera dans les deux autres stations. Ces espèces possèdent dans l'ensemble des stations d'étude, une fréquence d'occurrence très faible. 3 espèces apparaissent accessoires à Bazer Sekhra, ce sont *Oedipoda miniata*, *Sphingoderus carinatus* et *Miocertus wagneri* et 4 espèces signalées à El-Ourecia. Par ailleurs, 3 espèces seulement sont fréquentes à El-ourecia. Il s'agit de *Ocneridia volxemii*, de *Pezotettix giornai* et de *Dociostaurus jagoi jagoi*. Dans les travaux de SOFRANE et HARRAT (2007), la constance de *Pezotettix giornai* dans une friche située dans la zone centre de la région de Sétif et dans une prairie dans la zone nord était nulle vu leurs absences, alors que dans une jachère à El-ourecia sa fréquence d'occurrence atteint 44,4 %. Ceci montre que le microclimat d'El-ourecia qui tend vers le

subhumide est favorable au développement de cette espèce. Pour ce qui est de *Dociotaurus jagoi jagoi*, sa fréquence d'occurrence s'élève à 38,9 % dans une prairie à Ain-oulmène située dans la zone méridionale de la région d'étude à microclimat semi-aride. Cette valeur est proche à celle notée à El-ourecia. Ceci confirme une autre fois que cette espèce peut s'adapter à des biotopes différents.

Pour pouvoir quantifier l'importance écologique d'une espèce par rapport aux autres, l'analyse des résultats par des indices écologiques de composition demeure insuffisante. De ce fait d'autres indices écologiques de structure s'ajoutent. En effet la synthèse des résultats est établie par l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') et par l'équitabilité.

Les valeurs obtenues de l'indice de diversité des trois stations permettent de conclure que le peuplement le plus diversifié est celui d'El-ourecia ($H' = 4,02$ bits) suivi par celui de Bazer Sakhra ($H' = 3,38$ bits) puis par celui de Zenadia ($H' = 2,58$ bits). Selon BOUMEZZOUAGH (1983), un indice élevé correspondra à une répartition homogène des espèces. Quant à l'équitabilité, les valeurs sont dans les limites de 0,8 (Tab.35). D'après CANSELA DA FONSECA (1968), cette valeur indique que le peuplement est considéré comme équilibré.

Pour connaître la dispersion des espèces d'Orthoptères dans les trois stations d'étude, le type de répartition spatiale est étudié. Cette étude a révélé deux types des répartitions spatiales l'un régulier et l'autre contagieux à Zenadia, trois types soit régulier, contagieux et aléatoire à El-Ourecia et trois (régulier, contagieux et uniforme) à Bazer Sakhra. Le type régulier est le plus représenté à Zenadia, le contagieux à El-ourecia et entre les deux à Bazer Sakhra. Le type uniforme est noté deux fois à Bazer Sakhra pour la même espèce, *Pyrgomorpha cognata*.

Certaines espèces telles que *Calliptamus barbarus*, *Dociostaurus jagoi jagoi* et *Oedipoda coerulescens sulfurescens*, leur dispersion diffère d'une station à une autre. Ceci explique que les types de répartition varie d'une station à une autre et d'une espèce à une autre, et que la diversité du tapis végétal reste un facteur déterminant important de la dispersion des Orthoptères. Ces résultats se rapprochent de ceux obtenus par plusieurs auteurs notamment OULD EL HADJ (2004). Selon DURANTON *et al.* (1982), la dispersion des ailés est pratiquée pour satisfaire soit des besoins alimentaires, rechercher un partenaire, découvrir un site de ponte convenable, une zone d'ombre ou soit un abri. Ceci justifie bien la répartition des espèces dans les présentes stations d'étude.

Selon DODGE (1993), le principe de l'analyse de la variance à un facteur est de comparer la variabilité à l'intérieur de chaque échantillon avec la variabilité entre les échantillons. Le logiciel statistique SPSS V.18 utilisé dans la présente étude, a permis de comparer la moyenne

du nombre d'espèces et d'individus à l'intérieur de chaque site avec leur variabilité entre les sites (Tab.39), Les résultats obtenus montrent une signification de 0,001 pour la moyenne du nombre d'espèces et de 0,017 pour la moyenne du nombre d'individus ou effectifs entre les trois stations. Ces deux valeurs sont inférieures à 0,05 (valeur conventionnelle), ce qui explique qu'il existe des différences significatives entre les moyennes du nombre d'espèces et d'individus des trois stations. De cette manière la moyenne du nombre d'espèces de la station d'El-ourecia est la plus élevée suivie par celle de Bazer. Ceci est interprété par la figure 34. D'après TRIOLA et TRIOLA (2009), il n'est possible de conclure qu'une moyenne particulière est différente des autres que seulement sur la base de l'Anova.

Les résultats obtenus par l'analyse en composantes principales délimitent nettement les trois stations d'étude (Fig.35), la friche d'El-ourecia (B) qui est une station à diversité floristique élevée; le reboisement de Pin d'Alep de Zenadia (A) qui est une station à faible diversité floristique et sebkhet Bazer Sekhra (C) qui est une station à sol très salé et à végétation halophyte non diversifiée. L'opposition constatée entre les deux groupements B et C est sûrement liée à la texture du sol, à la diversité floristique, à l'altitude et à la nature de la station.

Cette analyse a permis de représenter d'une façon simple, facilement interprétable et avec la perte d'information minimale la relation existant entre les espèces d'Orthoptères et les stations d'une part et les espèces entre elles d'autre part. Cette relation se base sur des facteurs écologiquement significatifs qui caractérisent chaque site, autrement dit sur l'affinité écologique de chaque espèce. Selon DAGET (1976), l'interprétation des composantes principales permettent de préciser les facteurs du milieu influant sur la répartition des peuplements. Ceci est conforté par les présents résultats.

Les matrices de similitude inter-relevés ou inter-stations permettent de comparer et de classer les peuplements ou les milieux (DAGET, 1976). Ceci est bien démontré par le dendrogramme de la figure 36. La discrimination entre les deux stations A et C est moins importante par rapport à celles de A et B et de B et C. Ce cas est expliqué par la non diversité floristique des stations A et C. Par contre la station B se distingue des deux autres stations par la diversité floristique. Ceci traduit le nombre élevé d'individus capturés dans cette station est qui est de l'ordre de 387 alors que dans les deux autres stations A et C ensemble était de 173. La différence est bien nette. Ce qui explique une autre fois la diversité floristique est un des facteurs favorisant l'augmentation des individus des phytophages (SOUTHWOOD *et al.*,

1979). Les résultats obtenus globalement par ce dendrogramme reflètent nettement le principe de la matrice de distance qui tient compte de la taille des échantillons (DAJET, 1976).

4.2. - Discussion des résultats de l'emploi des méthodes taxonomiques

4.2.1. - Identification basée sur la morphologie

4.2.1.1. - Genre *Calliptamus*

D'après CHOPARD (1943), *Calliptamus barbarus* possède des élytres dépassant un peu l'extrémité des fémurs postérieurs. Ces derniers ont une grande tache noire à la face interne sans bande claire au milieu. Les carènes latérales du pronotum de cette espèce sont un peu irrégulières, ondulées, fortement convergentes dans leur partie antérieure. Le même auteur précise que les élytres de *Calliptamus wattenwylianus* ne dépassent pas l'extrémité de l'abdomen et que les fémurs de pattes postérieures ont deux ou trois taches brunes à la face interne. Selon CHARA (1987), les élytres de *C. wattenwylianus*, dépassent largement les genoux des fémurs postérieurs. La distinction entre les jeunes de *C. barbarus* et *C. wattenwylianus* a été établie par le même auteur, en se basant sur le nombre d'épines qui varie entre 7 et 9 chez *C. barbarus* et entre 9 et 12 chez *C. wattenwylianus*. Par contre, JAGO (1963) décrit *C. barbarus* comme une espèce très polymorphe du point de vue des taches fémorales. Il décrit les individus de cette espèce dans l'Est de l'Algérie, en Tunisie et en Libye, comme ayant une seule tache fémorale alors que dans les zones de montagnes comme celles de Blida (Nord algérien), ils ont des fémurs à trois taches séparées à la face interne. Toujours selon le même auteur, les carènes latérales de cette espèce sont légèrement convexes dans la prozone pour ensuite devenir droites.

L'identification morphologique appliquée dans cette étude montre que les élytres de tous les individus capturés dépassent l'apex de leurs fémurs postérieurs et que le nombre de taches fémorales des pattes postérieures varie entre un et trois. Et les carènes latérales du pronotum sont soit fortement convergentes, soit un peu irrégulières, soit droites. Ce qui contredit les critères taxonomiques proposés par CHOPARD (1943) et JAGO (1963). Un autre caractère morphologique intéressant est observé, il s'agit du nombre d'épines de la face interne du tibia des pattes postérieures des adultes et des larves qui distinguent bien les deux taxons (Annexe 4). Ce nombre est de l'ordre de 10 à 11 au moins à l'une des deux pattes de *C. wattenwylianus*. Ce marqueur morphologique confirme ce qui a été décrit par CHARA (1987).

4.2.1.2 – Genre *Oedipoda*

En se basant sur les clefs d'identification de CHOPARD (1943) et de BELMANN et LUQUET (2009), les 21 individus capturés du genre *Oedipoda* appartiennent à une même espèce qui est *Oedipoda miniata*. Selon la première clef, cette espèce possède des ailes roses à fascie noire prolongée vers la base par une bande longitudinale dans le champ antérieur. Le pronotum est très rugueux. La carène médiane élevée dans la prozone. Les tibias postérieurs jaunâtres. Pourtant la deuxième clef s'intéresse morphologiquement qu'à la couleur des ailes qui est d'un rouge vermillon avec une bande brun-noir.

L'identification morphologique appliquée sur notre espèce montre que la couleur des ailes est rouge avec une bande noire ou brune-noire prolongée longitudinalement dans la partie antérieure. Le pronotum est rugueux avec une carène médiane élevée dans la prozone, et les tibias postérieurs sont jaunâtres. Ceci montre que le critère de la couleur des ailes avec la couleur de leur bande de cette espèce confirme ce qui a été décrit par BELMANN et LUQUET (2009). D'ailleurs, ils la surnomment l'oedipode rouge. Par contre, ce même critère donné par CHOPARD (1943) ne convient pas totalement avec l'observation faite dans la présente étude. Contrairement aux autres critères concernant le pronotum, la carène médiane et la couleur des tibias confirment ceux décrits par l'auteur précédemment cité.

4.2.1.3. - Genre *Acrotylus*

Selon la clef de détermination de CHOPARD (1943), *Acrotylus insubricus* et *A. patruelis* possèdent des ailes à partie basilaire rose vif. D'après cette même clef, *A. insubricus* a un pronotum à bord postérieur sub-anguleux. Son corps a une forme assez courte et ses antennes sont plus courtes que la tête et le pronotum réunis, alors que *A. patruelis* porte un pronotum à bord postérieur arrondi. Son corps est plus allongé et ses antennes sont plus longues que la tête et le pronotum réunis. MESTRE (1988) décrit différemment le pronotum d'*A. patruelis*. Cet auteur écrit que, le pronotum de cette espèce est selliforme, la prozone étant fortement comprimée et sub-cylindrique, la métazone plate, avec le bord postérieur arrondi. MESTRE (1988) mentionne que *A. insubricus* n'est pas facile à distinguer d'*A. patruelis* et que sa présence en Afrique de l'ouest où elle a été signalée plusieurs fois reste à confirmer. D'après DEFAUT (2005), *A. insubricus* présente un pronotum avec un bord postérieur arrondi ou sub-arrondi et il peut être aussi sub-anguleux à anguleux (DEFAUT 2004). BELMANN et LUQUET (2009) décrit *A. insubricus* par son pronotum court à bord

postérieur arrondi ou faiblement anguleux, alors que *A. patruelis* est formé d'un pronotum à face dorsale, relativement lisse et son bord postérieur arrondi, sa forme est plus élancée et la longueur de ses antennes dépasse celle de l'ensemble tête et pronotum.

L'identification morphologique appliquée sur les individus d'*A. patruelis* et *A. insubricus* montre que la couleur des ailes varie entre rouge et rose. Alors que CHOPARD (1943) a donné une seule couleur (rose vif) aux deux espèces, sinon sa structure externe est la même. Le bord postérieur du pronotum d'*A. insubricus* varie entre le sub-anguleux arrondi et arrondi. Ceci contredit le critère taxonomique proposé par CHOPARD (1943) qui se limite seulement à la forme arrondi. Cependant, il convient à celui proposé par BELMANN et LUQUET (2009). De même DEFAUT (2004; 2005) précise que *A. insubricus* possède un pronotum avec un bord postérieur sub-anguleux à anguleux ou arrondi ou sub-arrondi. Quant au bord postérieur du pronotum d'*A. patruelis* observé est fortement arrondi, ce qui diffère de la forme proposée par CHOPARD (1943). Mais il convient avec celui proposé par BELMANN et LUQUET (2009). Un autre caractère morphologique important est observé. C'est celui de la forme du pronotum qui distingue les deux taxons et qui était décrite par MESTRE (1988), le pronotum étant selliforme, la prozone étant fortement comprimée et sub-cylindrique, la métazone plate, avec le bord postérieur arrondi. Alors que la forme du corps et la longueur des antennes par rapport à la tête et le pronotum réunis étaient variables dans *A. insubricus*. Ceci s'oppose aux critères taxonomiques de CHOPARD (1943) et de BELMANN et LUQUET (2009).

4.2.1.4. – Genre *Sphingonotus*

D'après la clef de détermination de CHOPARD (1943), *Sphingonotus maroccanus* possède des ailes à base transparente ou bleue sans tache apicale, ornées d'une bande noirâtre très nette. La carène supérieure des fémurs postérieurs est brusquement abaissée.

L'identification morphologique appliquée sur les spécimens étudiés montre que tous les individus possédant des ailes bleues avec une bande noire ont de fémurs postérieurs avec une carène supérieure abaissée. Ceux-ci s'accordent bien avec les critères taxonomiques de CHOPARD (1943) qui caractérisent *S. maroccanus*.

4.2.1.5. – Genre *Pseudosphingonotus*

Pseudosphingonotus finotianus a été identifiée selon la clef de détermination de CHOPARD (1943) en tant que *Sphingonotus finotianus* (avant qu'elle soit synonymisée par SCHUMAKOV, 1963). Cette espèce possède des ailes à base transparente ou bleue sans bande noirâtre nette, avec une trace de bande brune. L'espace entre les lobes mésosternaux est environ deux fois aussi large que long.

L'identification morphologique appliquée sur les spécimens étudiés montre que les individus ayant des ailes bleues ou transparentes sans bande noire peuvent avoir un espace entre lobes mésosternaux environ deux fois aussi large que long. Ce caractère morphologique observé convient totalement avec celui proposé par CHOPARD (1943).

4.2.1.6. – Genre *Sphingonderus*

Sphingonderus carinatus a été identifiée selon la clef de détermination de CHOPARD (1943) en tant que *Sphingonotus carinatus* (avant qu'elle soit synonymisée par BEI-BIENKO, 1950). Cette espèce possède des ailes à base transparente ou bleue sans bande noirâtre nette. Son sternum est large, l'espace entre les lobes mésosternaux presque trois fois large que long.

L'identification morphologique appliquée sur les spécimens étudiés montre que les individus ayant des ailes bleues ou transparentes sans bande noire peuvent avoir un espace entre lobes mésosternaux environ trois fois aussi large que long. Ce caractère morphologique observé convient avec celui proposé par CHOPARD (1943).

4.2.2. - Analyse moléculaire

L'étude moléculaire des 99 échantillons appartenant à 8 espèces différentes à l'aide du marqueur mitochondrial (COI) a permis une bonne différenciation des différents taxons. En effet *Calliptamus barbarus* et *C. wattenwylianus* qui, selon la littérature, sont les seules espèces existant en Algérie en se basant sur des critères morphologiques (JAGO, 1963 ; LOUVEAUX et BENHALIMA, 1987). De ce fait, les individus appartenant au premier clade de l'arbre phylogénétique et qui correspondent à *C. wattenwylianus*, sont les mêmes qui ont donné une distinction claire morphologique en tenant compte du nombre d'épines de la face interne du tibia des pattes postérieures. Ce caractère répond au critère qui a été établie par

CHARA (1987). Il correspond nettement aux résultats obtenus en barcode, ce qui confirme que c'est un bon critère taxonomique pour distinguer les deux espèces. A partir de ce résultat, il ressort que les critères taxonomiques proposés par CHOPARD (1943) et JAGO(1963) ne permettent pas une bonne discrimination des 2 espèces.

Le seul individu appartenant au deuxième clade de l'arbre phylogénétique et qui correspondent à *A. patruelis* est le même qui a donné une bonne distinction morphologique en tenant compte de la forme du pronotum. Ce caractère convient au critère qui a été établie par MESTRE (1988). Il correspond clairement au résultat obtenu en barcode, ce qui confirme que c'est un bon critère taxonomique pour distinguer *A. patruelis* et *A. insubricus*. A partir de ce résultat, il ressort que les critères taxonomiques proposés par CHOPARD (1943) et BELMANN et LUQUET (2009) ne permettent pas une bonne discrimination des 2 espèces.

Concernant les individus appartenant aux genres *Sphingonotus*, *Pseudosphingontus* et *Sphingoderus*, ils appartiennent au même clade de l'arbre phylogénétique bien soutenus. Le premier genre correspond au *Sphingonotus maroccanus*, le deuxième correspond au *Pseudosphingontus finotianus* et le troisième correspond au *Sphingoderus carinatus*. La première espèce se distingue des deux autres espèces par la présence de la bande noire au niveau des ailes et par l'abaissement brusque de la carène supérieure des fémurs postérieurs. Ce caractère convient au critère qui a été établie par CHOPARD (1943). Donc il forme un bon critère taxonomique pour distinguer *Sphingonotus maroccanus* des autres espèces. Par contre *Pseudosphingontus finotianus* et *Sphingoderus carinatus*, elles se distinguent essentiellement par l'espace entre lobes mésosternaux. Ce caractère s'accorde au critère morphologique proposé par CHOPARD (1943). Ce qui confirme que l'espace entre les lobes mésosternaux forment un bon critère taxonomique pour distinguer ces deux espèces.

Par ailleurs, Les individus du dernier clade de l'arbre phylogénétique sont morphologiquement homogènes et qui correspondent à *Oedipoda miniata*. Ce qui correspond nettement aux résultats obtenus en barcode, et ce qui confirme que les critères établis par CHOPARD (1943) et BELMANN et LUQUET (2009) se complètent énormément et forment un bon critère taxonomique pour cette espèce.

4.2.3. – Analyses chémotaxonomiques

Les composants d'hydrocarbures cuticulaires identifiés chez les individus des 8 espèces acridiennes possèdent des chaînes de carbones ayant une longueur qui varie entre 22

et 41. Ceci s'accorde avec la littérature. Selon NELSON and BLOMQUIST (1995), la longueur de la chaîne des hydrocarbures cuticulaires des insectes varie d'une limite inférieure d'environ 21 carbones jusqu'à un maximum d'environ 50 carbones et les composants à courtes chaînes sont volatiles. CVACKA *et al.* (2006) précisent que cette longueur de chaîne d'hydrocarbures cuticulaires chez les insectes est limitée aux analyses qui se basent sur les techniques analytiques. Cependant, cette longueur peut atteindre 60 carbones dans le cas d'utilisation de MALDI-TOF mass spectrometry.

Les analyses de chimie analytique des 8 espèces ont montré une certaine uniformité des profils cuticulaires qui caractérisent les composants identifiés de tous les individus dans chaque espèce. Néanmoins les quantités des composants identifiés ne sont pas toujours constantes. Elles diffèrent d'un individu à l'autre. Le nombre de composés méthylés est élevé et une absence remarquable des produits insaturés (alcènes) est à souligner. Ces résultats s'accordent à ceux obtenus sur la cuticule de *Locusta migratoria cinerascens* (GENIN *et al.*, 1986). Dans *Calliptamus barbarus* et *C. wattenwylanus*, trois classes uniquement des hydrocarbures sont identifiées chez les adultes et les larves, ainsi que chez les mâles et les femelles. Ces mêmes produits ont été identifiés sur la cuticule de *Locusta migratoria cinerascens* (GENIN *et al.*, 1986) avec la présence de monométhylalcanes et de diméthylalcanes de longueur de chaînes hydrocarbonées également importante allant de C33 à C53. Par contre dans *Sphingonotus maroccanus*, *Pseudosphingonotus finotianus*, *Sphingoderus carinatus*, *Acrotylus patruelis*, *A. insubricus* et *Oedipoda miniata*, une quatrième classe d'HCS s'ajoute, il s'agit des triméthylalcanes. Cependant l'analyse en composantes principales a révélé une séparation des espèces selon leur appartenance générique, à l'exception de *Sphingonotus maroccanus*, *Pseudosphingonotus finotianus* et *O. miniata* (Fig.37). Le rapprochement de *Sphingonotus maroccanus*, et *Pseudosphingonotus finotianus* s'explique par la ressemblance de leurs classes d'Hcs et la constance de leur longueur de chaîne.

De même, *Oedipoda miniata* possède les mêmes classes d'Hcs que les deux autres espèces et avec la même longueur de chaîne carbonée de n-alcanes et la même longueur maximale de la chaîne carbonée (C39) de mono-, di- et tri méthylalcanes. Ces trois espèces possèdent aussi les mêmes HCs dominants (*n-alcanes*). Par contre *Sphingoderus carinatus* montre une remarquable distinction. La plus évidente est celle de la longueur de la chaîne carbonée de n-alcanes et de triméthylalcanes qui est moins importante.

L'analyse de la similitude des 8 espèces exprimée par le dendrogramme (Fig. 38) montre le rapprochement chimique des espèces appartenant au même genre et les trois espèces *Sphingonotus maroccanus*, *Pseudosphingonotus finotianus* et *O. miniata* qui ont une composition chimique presque identique. Selon DAJET (1976), deux groupes se ressembleront d'autant plus que leur distance sera plus faible et s'ils sont identiques leur distance devra être nulle. Ceci s'accorde avec les résultats obtenus d'analyse d'HCs de *Calliptamus barbarus* et *C. wattenwylanus* qui présentent des similitudes dans leur n-alcanes dominantes, monométhylalcanes et diméthylalcanes, qui sont en elles-mêmes identiques en ce qui concerne leur composition chimique. Concernant *Acrotylus patruelis* et *A. insubricus*, la distance de similitude n'est pas trop faible, ce qui démontre que les deux espèces ne se ressemblent pas autant. Une légère différenciation entre les deux sites de prélèvement a été signalée chez *Calliptamus*. Malgré tout, les différences selon la saison de récolte, le sexe et l'âge n'ont pas été notées. Mais surtout l'espèce contrairement à de nombreuses espèces (BAGNÈRES et WICKER-THOMAS, 2010). Certains auteurs (NIELSEN *et al.*, 1999; BUCZKOWSKI *et al.*, 2005; PARKARSH *et al.*, 2008; BONTONOU *et al.*, 2013) ont attribué une importance sur les variations des HCs à des facteurs tel que l'âge, le régime alimentaire, l'habitat et autres facteurs environnementaux, alors que d'autres auteurs (TOOLSON, 1982 ; VANDER MEER *et al.*, 1989 ; DAHBI *et al.*, 1996) n'ont pas noté de corrélation. Tous ces composants constituent ainsi le visa chimique de chaque espèce. L'analyse en composantes principales et le dendrogramme appliqués sur ces résultats confirment généralement une certaine homogénéité chimique au sein de chaque genre.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Conclusion et Perspectives

L'étude de diversité de l'orthoptérofaune réalisée dans trois écosystèmes de la région de Sétif durant deux ans a permis de mettre en évidence la présence de 44 espèces réparties entre 26 genres et 5 familles. Une différence importante de composition des Caelifères et des Ensifères est observée entre les 3 milieux. La friche d'El-Ourecia est la plus diversifiée alors que le reboisement de Pin d'Alep de Zenadia l'est moins en espèces. Dans la Sebka de Bazer Sekhra, la diversité des Caelifera est la plus élevée. La répartition de ce groupe taxonomique n'est pas conditionnée par le degré de salinité du sol. Cependant, les milieux à diversité floristique faible ne constituent pas un milieu d'hébergement favorable pour les Ensifères.

Le présent travail ajoute 8 nouvelles espèces de Caelifera dans la région d'étude, soit *Paratettix meridionalis* appartenant à la famille des Acrydiidae, signalée pour la première fois dans la région de Sétif, *Acinipe tibialis*, *Aiolopus thalassinus*, *Sphingonotus luteus*, *Locusta migratoria*, *Mioscirtus wagneri*, *Pseudosphingonotus canariensis* et *Heteracris adpersus*. Il en est de même pour 5 nouvelles espèces d'Ensifères, *Platycleis affinis*, *Odontura microptera*, *Amphiestris* sp, *Ephippigerida nigromarginata* et *Tettigonia* sp. De ce fait, la région de Sétif présente actuellement 58 espèces identifiées dont 47 espèces de Caelifera et 11 espèces d'Ensifera.

Les Orthoptères sont actifs selon les facteurs climatiques notamment une température élevée et une humidité basse et la disponibilité de ressources florales.

Les types de répartition varient d'un écosystème à un autre et d'une espèce à une autre. Et la diversité du tapis végétal reste le facteur le plus déterminant de la dispersion des Orthoptères. Une différence sensible s'est manifestée entre les trois écosystèmes par l'analyse en composantes principales. Cette différence se base sur des facteurs écologiquement significatifs qui caractérisent chaque site.

Les analyses de chimie analytique par GC-MS ont montré la présence de quatre classes d'hydrocarbures: n-alcanes, monométhyl-, diméthyl- et triméthylalcanes dans toutes les espèces à l'exception de deux espèces *C. barbarus* et *C. wattenwylanus* espèces qui possèdent que les trois premières classes. L'analyse en composantes principales et le dendrogramme appliqués sur ces résultats confirment généralement une certaine homogénéité chimique au sein de chaque genre. Par ailleurs, le dendrogramme a permis avec sa matrice de similitude inter-espèces de mettre en évidence les ressemblances entre différents taxons d'une

part et leur degré de divergence d'autre part. Cette analyse a confirmé que les espèces qui présentent une certaine affinité chimique, chacune d'elles possède sa signature chimique en accord avec son statut d'espèce à l'exception de *C. barbarus* et *C. wattenwylianus* qui ont montré une grande similitude qualitative (SOFRANE *et al.*, 2015).

Malgré la divergence chimique entre *Sphingoderus carinatus* d'une part et *Sphingonotus maroccanus* et *Pseudosphingonotus finotianus* d'autre part, leur appartenance au même groupe dans l'arbre phylogénétique est une bonne indication d'une ascendance commune pour les trois espèces.

Grâce à la combinaison de différents critères morphologiques, moléculaire et chimique, la systématique des 8 espèces a été clarifiée. Les données phylogénétiques sont très informatives et le barcode apparaît comme un véritable outil taxonomique. Ce type d'analyse peut en réalité apporter beaucoup à la systématique des Orthoptères en donnant accès à des caractères discriminants des espèces voisines. Par conséquent, les clés d'identification morphologiques de ce groupe d'insectes sont à réviser.

Il est dès lors important de réaliser des études de biodiversité dans d'autres écosystèmes de la même région, voire même dans d'autres régions, en se basant sur la taxonomie moléculaire (Annexe 8). Par conviction, il est utile de conclure que c'est la seule perspective pour une identification durable. Ce type d'identification représente une approche extrêmement prometteuse pour le diagnostic de la diversité biologique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- 1 - ALLEN G., 1998 – Water-proofing properties of cuticular lipids. *Integrative and comparative biology*. Vol. 38 (3): 471- 482.
- 2 - BAÂZIZ N., MAYACHE B., SAHEB M., BENSACI E., OUNISSI M., METALLAOUI S. et HOUHAMDI M., 2011 – Statut phénologique et reproduction des peuplements d'oiseaux d'eau dans l'éco-complexe de zones humides de Sétif (Hauts plateaux, Est de l'Algérie). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la Vie*, 33 (2): 77 – 87.
- 3 - BACHELIER G., 1978 – *La faune des sols, son écologie et son action*. Éd. ORSTOM, Paris, 391 p.
- 4 - BAGNÈRES A- G. and MORGAN Ed., 1990 - A simple method for analysis of Insect cuticular hydrocarbons. *Journal of Chemical Ecology*, 16 (12): 3263 - 3276.
- 5 - BAGNÈRES A-G. and, WICKER-THOMAS C., 2010. *Chemical taxonomy with hydrocarbons*. in Blomquist G.J., Bagnères A.-G., editors. *Insect hydrocarbons: biology, biochemistry and chemical ecology*. Cambridge (U.K.): *Cambridge University Press*, pp. 121 – 162.
- 6 - BALANÇA G. et DE VISSCHER M.-N., 1992 - *Glossaire des termes élémentaires d'acridologie et de lutte anti-acridienne en Afrique sahélienne*. Éd. Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit et Cirad-Prifas, Paris, 157 p.
- 7 - BARBAULT R., 1981 - *Ecologie des populations et des peuplements*. Éd. Masson, Paris, 200 p.
- 8 - BEI-BIENKO, G. YA., 1950 - Acrididae of the genus *Sphingonotus* Fieber and their nearest Kin. *Rev. Ent. U.R.S.S.*, 31: 198 – 205.
- 9 - BELHADJ H., DOUMANDJI-MITICHE B., GUENDOZ-BENRIMA A., 2014 - Orthopterologic fauna of Ouargla Oasis. *International Journal of Zoology and Research* 4 (4) : 11-26.
- 10 - BELLMAN H. et LUQUET G., 2009 – *Guide des sauterelles, grillons et criquets d'Europe occidentale*. Éd. Delachaux et Niestlé SA, Paris, 383p.
- 11 - BENIA F., 2010 – *Etude de la faune entomologique associée au chêne vert (Quercus ilex L.) dans la forêt de Tafat (Sétif, Nord-Est d'Algérie) et bioécologie des espèces les plus représentatives*. Thèse Doctorat d'état, Univ. Ferhat Abbas, Sétif, 250 p.
- 12 - BENKENANA N., HARRAT A. and PETIT D., 2012 – The Pamphagidae (Orthoptera) from East Algeria and description of a new species. *Zootaxa* 3168: 22 - 38.

- 13** - BENKENANA N., HARRAT A., 2009 - Contribution to the systematic study of grasshopper fauna (Orthoptera, Caelifera) and some bio-ecological aspects of economic importance of species in the Constantine region (Eastern Algeria). *Emir. J. Food Agric.* 2009. 21 (1): 40-47
- 14** - BLANCHET E., RISTERUCCI A.M., BILLOT C., CHAPUIS M.P., BLONDIN L., RIVALLAN R., PAGES C., FOUCART A., VASSAL J.M. and LECOQ M., 2009 - Development of molecular tools for studies in the *Calliptamus* genus. 10th *International Congress of Orthopterology*, 21-2 June 2009, Antalya.
- 15** - BLANCHET E., BLONDIN L., GAGNAIRE P.-A., FOUCART A., VASSAL J.M. and LECOQ M., 2010(a) - Multiplex PCR assay to discriminate four neighbour species of the *Calliptamus* genus (Orthoptera: Acrididae) from France. *Bulletin Entomol. Res.*, 100: 701 – 706
- 16** - BLANCHET E., PAGES C., BLONDIN L., BILLOT C., RIVALLAN R., VASSAL J.M., LECOQ M. and RISTERUCCI A.M., 2010(b) - Isolation of microsatellite markers in the *Calliptamus* genus (Orthoptera: Acrididae). *Journal of Insect Science*, 10 (133): 1 – 6.
- 17** - BLANCHET E., LECOQ M., SWORD G.A., PAGES C., BLONDIN L., BILLOT C., RIVALLAN R., FOUCART A., VASSAL J.M., RISTERUCCI A.M. and CHAPUIS M.P., 2012 - Population structures of three *Calliptamus* spp (Orthoptera : Acrididae) across the Western Mediterranean Basin. *European Journal Entomology*, 109: 445 - 455.
- 18** - BLONDEL J., 1979 – Biogéographie de l'avifaune algérienne et dynamique des communautés. *Sém. inter. avif. alg.*, 5-11 juin 1979, Cent. rech. agro., Inst. nati. agro., El-Harrach: 1 - 15.
- 19** - BLOMQUIST G.J., ADAMS T.S. and DILLWITH J.W., 1984 - Induction of female sex pheromone production in male houseflies by ovary implants or 20-hydroxyecdysone. *J. Insect Physiol.*, 30: 295 – 302.
- 20** - BLOMQUIST G.J. and BAGNÈRES A.-G., 2010 - *Insect Hydrocarbons: Biology, Biochemistry and Chemical Ecology*. Cambridge (UK): Cambridge University Press, 500 p.
- 21** - BOITIER E., 2006 - *Inventaire des orthoptères de la tourbière de Sagne Bourue, commune de Jean Sagnière (Loire)*. Rapport d'étude, Soc. hist. Natu. Alcide-d'Orbigny, 15 p.
- 22** - BONTONOU G., DENIS B., and WICKER-THOMAS C., 2013. Interaction between temperature and male pheromone in sexual isolation in *Drosophila melanogaster*. *Journal of Evolutionary Biology*. 26: 2008 – 2020.

- 23** - BOUNECHADA M., DOUMANDJI S.-E. and, ÇIPLAK B., 2006 – Bioecology of the Orthoptera species of the setifian plateau, North-East Algeria. *Turk J. zool.*, 30 : 245 – 253.
- 24** - BOUMEZZOUGH A., 1983 – Les communautés ripicoles du bassin de la rivière Aille (Var-France) II. Composition et structure de la faune épigée. *Ecologica mediterranea*, T. 9 (2): 1 - 168.
- 25** - BUCZKOWSKI G., KUMAR R., SUIB S.L., and SILVERMAN J., 2005 - Diet-related modification of cuticular hydrocarbon profiles of the Argentine ant, *Linepithema humile*, diminishes intercolony aggression. *Journal of Chemical Ecology*, 31: 829 – 843.
- 26** - DEFAUT B., 2004 – La distinction pratique d'*Acrotylus i. insubricus* et d'*Acrotylus fischeri* en France (Caelifera, Acrididae, Oedipodinae). *Matériaux Orthoptériques et Entomocénotiques, Bédeilhac (France)*, 9 : 21 - 35.
- 27** - DEFAUT B., 2005 – *Acrotylus braudi*, nouvelle espèce de Corse (France) (Caelifera, Acrididae, Oedipodinae). *Matériaux Orthoptériques et Entomocénotiques*, 10: 41 - 48.
- 28** - CANSELA DA FONSECA J.P., 1968 – Théorie de l'information et diversité spécifique. *Bull. Mus. natn. Hist. Paris*, 2^{ème} série, 38: 961 - 968.
- 29** - CARLSON D.A., LANGLEY P.A. and HUYTON P., 1978 - Sex pheromone of the tsetse fly: isolation, identification, and synthesis of contact aphrodisiacs. *Science*. 201: 750 – 753.
- 30** - CARLSON D.A. and BRENNER R.J., 1988 - Hydrocarbon based discrimination of three North American *Blatella* cockroach species using gas chromatography. *Annals of The Entomological Society America*, 81: 711 – 723.
- 31** - CHAPUIS M.P., 2009 - Phylogeographygenetics of swarming grasshoppers. 10th *International Congress of Orthopterology*, 21-25 june 2009, Antalya.
- 32** - CHARA B., 1987 - *Etude comparée de la biologie et de l'écologie de Calliptamus barbarus Costa, 1836 et de Calliptamus wattenwyllianus Pantel, 1896 (Orthoptera : Acrididae) dans l'Ouest algérien*. Thèse de Doctorat. Univ. Droit, Economie, Sci. Aix Marseille, 190 p.
- 33** - CHOPARD L., 1943 – *Faune de l'empire français, Orthoptéroïdes de l'Afrique du nord*. Éd. Librairie Larose, T. I, Paris, 450 p.
- 34** - CVAČKA J., JIROŠ P., ŠOBOTNÍK J., HANUS R. and SVATOŠ A., 2006 - Analysis of insect cuticular hydrocarbons using matrix-assisted laser desorption/ionization mass spectrometry. *J. Chem. Ecol.*, 32, 409 – 434.
- 35** - DAGET J., 1976 - *Les modèles mathématiques en écologie*. Éd. Masson, Paris, 172p.

- 36** - DAHBI A, CERDA X, HEFETZ A, LENOIR A., 1996. Social closure, aggressive behaviour, and cuticular hydrocarbon profiles in the polydomous ant *Cataglyphis iberica* (Hymenoptera, Formicidae). *Journal of Chemical Ecology*. 22: 2173 – 2186.
- 37**- DAJOZ R., 2006 - *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 631 p.
- 38** - DAMERDJI A., 1996 - Contribution à la répartition de la faune orthoptérologique (Caelifères, Ensifères) en Algérie. *Bull. de zoologie agricole et forestière*, 13: 10 - 13
- 39** - DEFAUT B., 1999 - *La détermination des orthoptères de France*. Éd. groupement d'étude et de recherche pour le développement de l'agronomie tropicale, Paris, 83P.
- 40** - DELSUC F. et DOUZERY E.J., 2004 – Les méthodes probabilistes en phylogénie moléculaire, (2) L'approche bayésienne. *Biosystema*, 22, 75 - 86.
- 41** - DJIRAR N., 2007 - *Analyse des groupements reptilines dans quatre milieux différents d'Algérie*. Thèse Doctorat d'état. Univ. Ferhat Abbas, Sétif, 73 p.
- 42** - DODGE Y., 1993 – *Statistiques. Dictionnaire encyclopédique*. Ed. Dunod, Paris, 409p.
- 43** - DOUMANDJI S., DOUMANDJI-MITICHE B. et BRIKIY., 1992 – Bioécologie des orthoptères de trois types de stations dans la région de Dellys (Algérie). *Med. Fac. Landboww.Univ. Gent*, 57/ 3a : 667 - 674.
- 44** - DURANTON J.-F., LAUNOIS M., LAUNOIS– LUONG M.-H.et LECOQ M., 1982- *Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche*. Éd. Ministère relations extérieures - coopération et développement et G.E.R.D.A.T., Paris, T.1, 695p.
- 45** - DURANTON J.-F., LAUNOIS M., LAUNOIS–LUONG M.-H. et LECOQ M., 1982 - *Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche*. Éd. Ministère des relations extérieures - coopération et développement - et groupement d'étude et de recherche pour le développement de l'agronomie tropicale Paris, T. 2, 1486 p.
- 46** - DUTIL P., 1965 - *Etude du bilan de l'eau des sols en cases lysométriques sur les Hauts plateaux constantinois*. Ed. Service des études scientifiques appliquées à l'hydraulique, Birmandreis, Alger, 109 p.
- 47** - FAURIE C. FERRA C. et MEDORI P., 1982 – *Écologie*. Éd. J.B. Baillière, Paris, 162 p.
- 48** - FELLAOUINE R., 1994 and LOUVEAUX A., 1994 - Spatial and temporal distribution of *Praehippiger pachygaster* Lucas (Orthoptera, Tettigoniidae) in relation to the vegetation structure of an agrosystem. *J. Orth. Res.* 3. Dec.: 91-96.
- 49** - FELSENSTEIN J., 1985 - Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evol.* 39: 783-791.

- 50** - FREZAL P., 1956 - L'opération sauterelle 1954 -1955 en Algérie. *Bull. Soc. Agric. Algérie*, (598), 32 p.
- 51** - GALTIER N., GOUY M. and GAUTIER C., 1996 - Seaview and Phylo Win: two graphic tools for sequence alignment and molecular phylogeny. *Computer Applications in the Biosciences*, 12: 543 - 548.
- 52** - GAUMONT R., 2012- *Orthoptera et dermoptères*. Encyclopaedia universalis, France S.A, 7 p.
- 53** - GILLON Y. 1973 - *Etude écologique quantitative d'un peuplement acridien en milieu herbacé tropical*. Thèse de doctorat d'état. Univ. Paris VI, 323P.
- 54** - GENIN E., JULLIEN R., PEREZ F., FUZEAU-BRAESCH S., 1986. Cuticular hydrocarbons of gregarious and solitary *Locusts Locusta migratoria cinerascens*. *Journal of Chemical Ecology*.12:1213–1238
- 55** - GRUNSHAW J.P., GUERMOUCHE H., GUERMOUCHE S., JAGO N.D., JULLIEN R., KNOWLES E. and PEREZ F., 1990 - Chemical taxonomic studies of cuticular hydrocarbons in locusts of the *Schistocerca Americana* complex (Acrididae: Cyrtacanthacridinae) chemical relationships between New world and Old world species. *Journal of Chemical Ecology*, 16 (10): 2835 – 2858.
- 56** - GUEGUEN A., LEFEUVRE J.-C., FORGEARD F. & TOUFFET J., 1980. – Analyse comparée de la dynamique de la restauration du peuplement d'Orthoptères et du peuplement végétal dans une zone brûlée de lande. *Bulletin d'Ecologie*, 3 : 747-764.
- 57** - GUENDOUIZ - BENRIMA A., DOUMANDJI-MITICHE et PETIT D., 2011 - Effects of weakclimatic variations on assemblages and life cycles of orthoptera in North Algeria. *Journal of Arid Environments*, 75: 416 - 423.
- 58** - GUINDON S. and GASCUEL O., 2003 - A simple, fast, and accurate algorithm to estimate large phylogenies by maximum likelihood. *Systematic Biology*, 52: 696 – 704.
- 59** - GUYOT G., 1999 - *Climatologie de l'environnement*. Ed. Dunod, Paris, 525p.
- 60** - HEBERT PD N., CYWINSKA A., BALL S. and LANDDEWAARD J.R., 2003 - Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 270: 313 – 322.
- 61** - HEBERT PD N., Ratnasingham S., deWaard JR., 2003a - Barcoding animal life: cytochrome *c* oxidase subunit 1 divergences among closely related species. *Proc. R. Soc. Lond. B (Suppl.)* 270 : S96 – S99.

- 62** - HILLIS, D.M. and BULL J.J., 1993 - An empirical test of bootstrapping as a method for assessing confidence in phylogenetic analysis. *Syst. Biol.*, 42: 182- 192.
- 63** - HOCHKIRCH A. and HUSEMANN M., 2008 -A Review of the Canarian Spingonotini with description of a New Species from Fuerteventura (Orthoptera: Acridae: Oedipodinae). *Zoological Studies*, 47 (4): 495 - 506.
- 64** - HOWSE P.E., 1975 – *Chemical defenses of ants, termites and other insects: Some outstanding questions. Pheromones and defensive secretions in social insects.* Ed. Noirot C., Howse P.E. et Le Masne G., Iussi, Dijon, pp. 23 – 40..
- 65** - HUELSENBECK JP, RONQUIST F., 2001 - MrBAYES: Bayesian inference of phylogenetic trees. *Bioinformatics*. 17: 754 – 755.
- 66** - HUSEMANN M., NAMKUNG S., HABEL J.C, DANLEY P D., HOCHKIRCH A.
- Phylogenetic analyses of band-winged grasshoppers (Orthoptera, Acrididae, Oedipodinae) reveal convergence of wing morphology. *Zoologica Scripta*, 41, 515–526.
- 67** - JACKSON LL, 1970 - Cuticular lipids of insects. II: Hydrocarbons of the cockroaches australasiae, *P. Brunnea*, *P. fuliginosa*. *Lipids*. 5:38–41
- 68** - JACKSON LL. and BLOMQUIST GJ., 1976 - Insect waxes. In:Chemistry and Biochemistry of Natural Waxes. Kolattukudy PE, editor. Amsterdam: *Elsevier*, p. 201–233
- 69** - JAGO ND., 1963. A revision of the genus *Calliptamus* Serville (Orthoptera: Acrididae). *Bulletin of the British Museum (Natural History)*. *Entomology* 13:289–350
- 70** - KRAUSS H.A. und VOSSELER J., 1896 -Beiträge sur orthopteren faunaorans (westalgerian). *Zoologischen Jahrbüchern, Syst.*, IX, pp. 515-526
- 71** - KROGERUS R., 1932 – Über die ökologie und verbreitung der Arthropoden der Triebangebiet an den Küsten Finnlands. *Acta. Zool. Fennica*, 12 (12), 1-310p.
- 72** - KUMAR S. and GADAGKAR S. R., 2000 - Efficiency of the neighbour-joining method in reconstructing deep and shallow evolutionary relationships in large phylogenies. *J. Mol. Evol.* 51 : 544–553.
- 73** - LAHMAR R., BATOUCHE S., LABIAD H. et MESLEM M, 1993 – Les sols et leur répartition dans les Hautes plaines sétifiennes. *Rév. Eaux et sols d'Algérie*, 6: 60 – 70.
- 74** - LANGE C., BASSELIER J.J., BAGNÈRES A.G., ESCOUBAS P., LEMAIRE M., LENOIR A., CLÉMENT J.L., BONAVIDA-COUGOURDAN A., TRABALON M. and CAMPAN M., 1989 - Strategy for the analysis of cuticular hydrocarbon waxes from insects using gas chromatography with electron impact and chemical ionization. *Biomedical and Environmental Mass Spectrometry*, 18: 787 – 800.

- 75** - LAUNOIS-LUONG M.-H. et LECOQ M., 1989 - *Vade-Mecum des criquets du Sahel*. Éd. Ministère des affaires étrangères des Pays-Bas et Cirad- Prifas, France, 123 p.
- 76** - LECOQ M., 2004 - *Vers une solution durable au problème du criquet pèlerin*. Éd. Science et changement planétaire/ Sécheresse, vol. 15 (3): 217 - 224.
- 77** - LOCKEY K. H., 1988 - Lipids of the insectcuticle: origin, composition and function. *Comparative Biochemistry and Physiology* 65B: 457 - 462.
- 78** - LOCKEY K.H., ORAHA V.S., 1990 - Cuticular lipids of adult *Locusta migratory migratorioide* (R and F), *Schistocerca gregaria* (Forsk.) (Acrididae) and other orthoptera species. II.Hydrocarbons. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 95B : 721 –74
- 79** - LOUVEAUX A. et BEN HALIMA T., 1987 - Catalogue des orthoptères Acridoidea d'Afrique du nord-ouest. *Bull. Soc. ent. Fr.*, 91 (3 - 4) : 73 - 87.
- 80** - MASSA B. and FANTANA P., 1998 - Middle eastern Orthoptera (Tettigonidae and Acridoidea) preserved in Italian museums. *Boll. Mus.Civ. St. Nat. Verona*. 22 : 65 – 104.
- 81** - MESTRE J., 1988 - *Les acridiens des formations herbeuses d'Afrique de l'Ouest*. Éd. Cirad-Prifas, Montpellier, 329 p.
- 82** - MOHAMED SAHNOUN A., DOUMANDJI S. and DESUTTER-GRANDCOLAS L., 2010 – Acheeck-list of Ensifera from Algeria (Insecta: Orthoptera). *Zootaxa*, 2432 : 1-44.
- 83** - MORERE J.-L. et PUJOI R., 2003 - *Dictionnaire raisonné de biologie*. Ed. Frison-Roche, 1222 p.
- 84** - MORIN E., 1980 - *La méthode, la vie de la vie*. Ed. Le seuil, Paris, T.2, 1216 p.
- 85** - MOULTON M.J., SONG H. and WHITING M.F., 2010 - Assessing the effects of primer specificity on eliminating numt coamplification in DNA barcoding: a case study from Orthoptera (Arthropoda: Insecta). *Molecular Ecology Resources*, 10: 615 – 627.
- 86** - NEI M. and KUMAR S., 2000 - *Molecular evolution and phylogenetics*. Oxford University Press, New York.
- 87** - NELSON D. R. and BLOMQUIST G. J., 1995. Insect waxes. In *Waxes: Chemistry, Molecular Biology and Functions* , ed. R. J. Hamilton . Dundee, Scotland : *The Oily Press*, pp. 1–90.
- 88** - NICHANE M., BOUCHIKHI TANI Z. et KHELIL M.A., 2013 – Contribution à l'étude de l'entomofaune de quelques espèces résineuses de la région des Traras Occidentaux (Tlemcen-Algérie). *Lebanese Science Journal*, Vol. 14, (2): 25 - 39.

- 89** - NIELSEN J, BOOMSMA JJ, OLDHAM NJ, PETERSEN HC, MORGAN ED., 1999. Colony-level and season specific variation in cuticular hydrocarbon profiles of individual workers in the ant *Formica truncorum*. *Insectes Sociaux*, 46 : 58 – 65.
- 90** - NOVOTNY V., BASET Y., MILLER S. E., WEIBLEN G. D., BREMER B., CIZEK L. and DREZEL P., 2002 - Low host specificity of herbivorous insects in a tropical forest. *Nature* 416 : 841 – 845.
- 91** - NYLANDER J.A.A., 2004 - *Evolutionary Biology*. MrAIC.pl. Program distributed by the author, Centre, Uppsala University.
- 92** - OULD EL HADJ M.-D., 2004 - *Le problème acridien au Sahara algérien*. Thèse Doctorat d'état, Inst. nati. agro., El Harrach, 137 p.
- 93** - OULD EL HADJ M.-D., 2002 - Les nouvelles formes de mise en valeur dans le Sahara algérien et le problème acridien. *Science et changement planétaire / sécheresse vol.13 (1) :* 37 - 42
- 94** - OZENDA P., 1982 - *Les végétaux dans la biosphère*. Éd. Doin, Paris, pp. 190 – 226.
- 95** - PARKASH R., KALRA B., SHARMA V., 2008 - Changes in cuticular lipids, water loss and desiccation resistance in a tropical drosophilid. *Fly*, 2: 189 – 197
- 96** - PASQUIER R., 1950 - Sur une des causes de la grégarisation chez les acridiens : La densation. *Ann. Inst. agri. et Serv. rech. et expèr. agri. Algérie, T. 5, fasc. 9:* 1 - 9.
- 97** - POPOVG-B., 1989 - *Les larves des criquets du Sahel*. Éd. Overseas Development Natural Resources Institute, 158 p.
- 98** - PRÉVOST PH., 1999 - *Les bases de l'agriculture*. Éd. Tec & Doc Lavoisier, 254 p.
- 99** - PUISSANT S., 2002. – *Les Orthoptères comme Indicateurs de l'état de santé des milieux*. Éd. Opie-Lr., Millas, 20 p.
- 100** - QUEZEL P. et SANTA S., 1962 - *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions méridionales*. Éd. Cent. Nat. Rech. Scientifique, Paris, T. 1, 565p.
- 101** - QUEZEL P. et SANTA S., 1963 - *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions méridionales*. Éd. Cent. Nat. de la Rech. Scientifique, Paris, T. 2, 1170 p.
- 102** - RACCAUD-SCHOELLER J., 1980 - *Les insectes, physiologie, développement*. Éd. Masson, Paris, New York, Barcelone, Milan, 296 p.
- 103** - RAMADE F., 1984 - *Eléments d'écologie écologie fondamentale*. Éd. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.
- 104** - SAITOU N., and NEI M., 1987 - The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Mol. Biol. Evol.* 4: 406 - 425

- 105** - SCHERRER B., 1984 – *Biostatistique*. Éd. Gâten Morin, Montréal, 850 p.
- 106** - SCHUMAKOV, E. M., 1963 - Acridoidea of Afghanistan and Iran. *Acad. Sci. URSS*, 49: 3 – 248.
- 107**- SLEIMAN I., 1988 - *Systématique des acridiens du Proche-Orient. Aspects physiologiques et ultra structuraux d'une embryogénèse avec diapause chez Locusta migratoria L.* Thèse de Doctorat. Univ. Paris VI, 208p.
- 108** - SOFRANE Z., 2009 – Contribution à la connaissance de la population acridienne dans la station d'Ain oulmène (Sétif, Algérie). *Actes du séminaire international sur la biodiversité faunistique en zones arides et semi arides* 22-24 novembre, Univ. Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie.
- 109** - SOFRANE Z. et HARRAT, 2007 - Contribution à l'inventaire et étude bioécologique du peuplement acridien dans la région de Sétif. *Journées internationales sur la zoologie agricole et forestière*, 8 -10 avril 2007. *Inst. Nati. agro., El-Harrach*,
- 110** - SOFRANE Z., DUPONT S., CHRISTIDÈS J.Ph., DOUMANDJI S., BAGNÈRES A.G., 2015 - Revision of the systematics of the genus *Calliptamus* Serville 1831, (Orthoptera: Acrididae: Calliptaminae) in Algeria using morphological, chemical, and genetic data. *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)*, Vol. 51(1) : 78–88.
- 111** - SONG H., MOUTON M.J., HIATT K., WHITING M.F., 2009 - Phylogeny of *Schistocerca* revisited: Locust biogeography inferred from molecular fossils. *10th International congress of orthopterology*. 21-25 June, Antalya.
- 112** - SOUTHWOOD T.R.E., BROWN V.K. and READER P.M., 1979 - The relationship of plant and insect diversities in succession. *Biological Journal of the Linnaean Society*, 12: 327-348.
- 113** - SOUTTOU K, CHOUKRI K., SEKOUR M., GUEZOUL O., ABABSA L., DOUMANDJI S., 2015 - Ecologie des arthropodes en zone reboisée de Pin d'Alep dans une région présaharienne à Chbika (Djlefa, Algérie). *Entomologie Faunistique – Faunistic Entomology* 68 : 159-172
- 114** - TOOLSON EC. 1982. Effects of rearing temperature on cuticle permeability and epicuticular composition in *Drosophila pseudoobscura*. *Journal Experimental Zoology*, 222 : 249 – 253.
- 115** - TRIOLA M.M. et TRIOLA M.F., 2009. – *Biostatistique*. Éd. Pearson Education française, Paris, 368 p.

116 - UVAROV B. P., 1921 - A revision of the genus *Locusta* (*Pachtyus* Fieb.) with a new theory as to the periodicity and migrations of locusts. *Bull. Ent. Res.*, 12, pp 135-169.

117 - VANDER MEER R.K, SALIWANCHIK D. and LAVINE B., 1989. Temporal changes in colony cuticular hydrocarbon patterns of *Solenopsis invicta*: implications for nestmate recognition. *Journal of Chemical Ecology*. 15 : 2115 – 2125.

118 - YASIN A, AMEDEGNATO C, CRUAUD C and VEUILLE M., 2009 – Molecular taxonomy and species delimitation in *Schistocerca* (Orthoptera:Acrididae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 53: 404 – 411.

Références électroniques

1 - HADEID M., 2012 – Politique de développement régional dans les Hautes plaines occidentales algériennes : un bilan mitigé. Développement durable et territoires (En ligne), Varia, mis en ligne le 26 mai 2009, consulté le 13 septembre 2012.

URL : [http : // developpement durable.revues.org/8190](http://developpement.durable.revues.org/8190)

2 - biologie animale efisio.online.fr/Tdba/pl-orga/schema/cut.html

ANNEXES

Annexe 1 - Données bibliographiques sur la faune de la région d'étude

Tableau 8 - Les lépidoptères associés au chêne vert (*Quercus ilex* L.) dans la forêt de Tafat (Sétif)

| Classe | Ordre | Espèces |
|---------|-------------|---|
| Insecta | Lepidoptera | <i>Lymantria dispar</i> <i>Tortrix viridana</i> <i>Pieris brassicae</i> <i>Pieris rapae</i> <i>Gonepteryx cleopatra</i> <i>Colias croceus</i> <i>Vanessa cardui</i> <i>Vanessa polychloros</i> <i>Plebejus argus</i> <i>Carcina quercana</i> <i>Scopula sp</i> <i>Iphioides podalirius</i> <i>Phyllonorycter pseudojoviella</i> |

(BENIA, 2010)

Tableau 9 – Les reptiles des Hautes plaines sétifiennes

| Classe | Espèces | |
|---|---|----------------------------|
| | Nom scientifique | Nom commun |
| Reptilia | <i>Testudo graeca</i> | Tortue mauresque |
| | <i>Emys orbicularis</i> | Cistude d'Europe |
| | <i>Tarentola mauritanica mauritanica</i> | Tarente de Mauritanie |
| | <i>Tarentola bohème</i> | Tarente de Böhme |
| | <i>Hemidactylus turcicus</i> | Hémidactyle verruqueux |
| | <i>Saurodactylus fasciatus</i> | Saurodactyle rayé |
| | <i>Chamaeleo chamaeleon</i> | Caméléon vulgaire |
| | <i>Lacerta (lepidus) pater</i> | Lézard ocellé |
| | <i>Psammmodromus algirus algirus</i> | Psammmodrome algire |
| | <i>Psammmodromus blanci</i> | Psammmodrome de Blanc |
| | <i>Psammmodromus microdactylus</i> | Psammmodrome microdactyle |
| | <i>Ophisops occidentalis</i> | Ophisops occidental |
| | <i>Mesalina (simoni) olivieri</i> | Erémias d'Olivier |
| | <i>Acanthodactylus erythrurus maculatus</i> | Acanthodactyle tacheté |
| | <i>Acanthodactylus scutellatus</i> | Acanthodactyle pommelé |
| | <i>Eumeces algeriensis algeriensis</i> | Eumécès d'Algérie |
| | <i>Chalcides ocellatus manui</i> | Seps ocellé |
| | <i>Chalcides ocellatus subtypicus (polylepis)</i> | Seps à écailles nombreuses |
| | <i>Coluber hippocrepis</i> | Couleuvre fer à cheval |
| | <i>Coronella girondica</i> | Coronelle girondine |
| <i>Natrix natrix astreptophora</i> | Couleuvre à collier | |
| <i>Natrix maura</i> | Couleuvre vipérine | |
| <i>Malpolon monspessulanus monspessulanus</i> | Couleuvre de Montpellier | |
| <i>Malpolon monspessulanus insignitus</i> | | |

(DJIRAR, 2007)

Tableau 10 - Les principales espèces d'oiseaux des écosystèmes aquatiques de la région de Sétif

| Classe | Familles | Espèces | |
|--------|------------------|-------------------------------|-------------------|
| | | Nom scientifique | Nom commun |
| Aves | Phoenicoptéridae | <i>Phoenicopterus roseus</i> | Flamant rose |
| | Anatidae | <i>Tadorna tadorna</i> | Tadorne de Belon |
| | | <i>Tadorna ferruginae</i> | Tadorne casarca |
| | Recurvirastridae | <i>Recurvirostra avosetta</i> | Avocette élégante |
| | | <i>Himantopus himantopus</i> | Echasse blanche |

BAAZIZ *et al* (2011)

Annexe 2 - Calendrier des prospections orthoptérologiques dans les stations d'étude

| Années | N° de Sortie | Dates de sortie | Stations d'étude | | |
|--------|--------------|-----------------|------------------|---------------|---------------|
| | | | Zenadia | El-ourecia | Bazer Sakhra |
| 2007 | 01 | VII | 16. VII. 2007 | 16. VII. 2007 | 13. VII. 2007 |
| | 02 | VIII | 16. VIII.2007 | 14. VIII.2007 | 15. VIII.2007 |
| | 03 | IX | 19. IX.2007 | 21. IX.2007 | 17. IX.2007 |
| | 04 | X | 24. X. 2007 | 29. X. 2007 | 26. X. 2007 |
| | 05 | XI | 21. XI. 2007 | 22. XI. 2007 | 23. XI. 2007 |
| | 06 | XII | 27. XII. 2007 | 26. XII. 2007 | 25. XII. 2007 |
| 2008 | 07 | I | 16. I. 2008 | 17. I. 2008 | 18. I. 2008 |
| | 08 | II | 24. II. 2008 | 23. II. 2008 | 22. II. 2008 |
| | 09 | III | 15. III. 2008 | 16. III. 2008 | 14. III. 2008 |
| | 10 | IV | 16. IV. 2008 | 17. IV. 2008 | 18. IV. 2008 |
| | 11 | V | 16. V. 2008 | 17. V. 2008 | 18.V.2008 |
| | 12 | VI | 13. VI. 2008 | 12. VI. 2008 | 11.VI.2008 |
| | 13 | VII | 12.VII.2008 | 13.VII.2008 | 11.VII.2008 |
| | 14 | VIII | 24.VIII.2008 | 26.VIII.2008 | 25.VIII.2008 |
| | 15 | IX | 23.IX.2008 | 21.IX.2008 | 22.IX.2008 |
| | 16 | X | 15. X.2008 | 17. X.2008 | 16. X.2008 |
| | 17 | XI | 21. XI.2008 | 21. XI.2008 | 22.XI.2008 |
| | 18 | XII | 23.XII.2008 | 23.XII.2008 | 23.XII.2008 |
| 2009 | 19 | I | 16. I.2009 | 16. I.2009 | 16. I.2009 |
| | 20 | II | 18. II.2009 | 18 II.2009 | 18 II.2009 |
| | 21 | III | 20. III.2009 | 20. III.2009 | 20. III.2009 |
| | 22 | IV | 18.IV.2009 | 18.IV.2009 | 17.IV.2009 |
| | 23 | V | 17. V. 2009 | 17. V. 2009 | 17. V. 2009 |
| | 24 | VI | 29. VI.2009 | 30. VI.2009 | 29. VI.2009 |

Annexe 3 - Liste des individus de différentes espèces analysées. Site A : El-ourecia; Site B : Bazer Sakhra et indication de la méthode de taxonomie utilisée (Morph : morphologie; HCs: hydrocarbures cuticulaires; COI : barcode) ; + : analysé ; - : non analysé.

Tableau 13 - Liste des individus de *Calliptamus*. C.b : *C. barbarus* ; C.w : *C. wattenwylanus*.

| Code | Site | Sexe | Stade | Date de récolte | Morph | HCs | COI | Espèces | Genebank ref. |
|--------|------|------|--------|-----------------|-------|-----|-----|---------|---------------|
| AC1a | A | ♂ | Adulte | 5 .X. 2012 | + | + | + | C.b | KM207150 |
| A C2a | A | ♂ | Adulte | 26. IX.2012 | + | + | + | C.b | KM207151 |
| A C3a | A | ♂ | Adulte | 17. VIII.2012 | + | + | - | | |
| A C4a | A | ♂ | Adulte | 5. X.2012 | + | + | - | | |
| A C5a | A | ♂ | Adulte | 17. VIII.2012 | + | + | - | | |
| A C6a | A | ♀ | Adulte | 19. X.2012 | + | + | + | C.b | KM207152 |
| B C7a | B | ♀ | Adulte | 1. XI.2012 | + | + | + | C.b | KM207153 |
| A C8a | A | ♂ | Larve | 22. VI.2012 | + | + | + | C.b | KM207154 |
| A C9a | A | ♂ | Larve | 6. VII.2012 | + | + | + | C.b | KM207155 |
| A C10a | A | ♀ | Adulte | 9. XI.2012 | + | + | + | C.b | KM207156 |
| B C11a | B | ♂ | Larve | 1. VI.2012 | + | + | - | | |
| A C12a | A | ♀ | Adulte | 26. IX.2012 | + | + | - | | |
| B C13a | B | ♂ | Larve | 29. VI.2012 | + | + | + | C.b | KM207157 |
| A C14a | A | ♂ | Adulte | 19. X.2012 | + | + | + | C.b | KM207158 |
| A C15a | A | ♀ | Adulte | 16. XI.2012 | + | + | + | C.b | KM207159 |
| A C16a | A | ♂ | Adulte | 5. XI.2012 | + | + | - | | |
| A C17a | A | ♂ | Adulte | 26. VII.2012 | + | + | + | C.b | KM207160 |
| A C18a | A | ♂ | Adulte | 6. VII.2012 | + | + | - | | |
| B C19a | B | ♂ | Larve | 29. VI.2012 | + | + | + | C.b | KM207161 |
| A C20a | A | ♀ | Adulte | 7. VIII.2012 | + | + | - | | |
| A C21a | A | ♀ | Adulte | 16. XI.2012 | + | + | - | | |
| A C22a | A | ♂ | Adulte | 9. XI .2012 | + | + | - | | |
| A C23a | A | ♂ | Adulte | 6. VII.2012 | + | + | - | | |
| A C24a | A | ♂ | Adulte | 5. X.2012 | + | + | - | | |
| A C25a | A | ♀ | Larve | 6. VII.2012 | + | + | - | | |
| A C26a | A | ♀ | Adulte | 26. VII.2012 | + | + | + | C.b | KM207162 |
| B C27a | B | ♂ | Adulte | 1. XI .2012 | + | + | + | C.b | KM207163 |
| A C28a | A | ♂ | Larve | 22. VI.2012 | + | + | - | | |
| A C29a | A | ♂ | Adulte | 26. IX.2012 | + | + | - | | |
| A C30a | A | ♂ | Larve | 7. VI.2012 | + | + | + | C.w | KM207164 |
| B C31a | B | ♂ | Larve | 29. VI.2012 | + | + | + | C.b | KM207165 |
| A C32a | A | ♀ | Adulte | 17. VIII.2012 | + | + | - | | |
| B C33a | B | ♀ | Adulte | 9. XI .2012 | + | + | + | C.b | KM207166 |
| B C34a | B | ♀ | Adulte | 19. X.2012 | + | + | + | C.b | KM207167 |
| B C35a | B | ♂ | Adulte | 1. XI.2012 | + | + | + | C.b | KM207168 |
| B C36a | B | ♂ | Adulte | 29. VI.2012 | + | + | + | C.b | KM207169 |
| B C37a | B | ♂ | Adulte | 15. VIII.2012 | + | + | + | C.b | KM207170 |
| B C38a | B | ♂ | Adulte | 1. XI .2012 | + | + | + | C.b | KM207171 |
| B C39a | B | ♀ | Adulte | 28. IX.2012 | + | + | - | | |
| B C40a | B | ♀ | Adulte | 1. XI .2012 | + | + | - | | |
| B C41a | B | ♂ | Larve | 15. VI.2012 | + | + | - | | |
| B C42a | B | ♂ | Larve | 15. VI.2012 | + | + | - | | |
| A C43a | A | ♂ | Larve | 6. VII.2012 | + | + | - | | |
| A C44a | A | ♂ | Larve | 22. VI.2012 | + | + | - | | |
| A C45a | A | ♀ | Adulte | 16. XI.2012 | + | + | - | | |
| A C46a | A | ♀ | Adulte | 16. XI .2012 | + | + | + | C.w | KM207172 |
| A C47a | A | ♀ | Adulte | 22. VI.2012 | + | + | + | C.w | KM207173 |

Suite Tableau 13 (1)

| Code | Site | Sexe | Stade | Date de récolte | Morph | HCs | COI | Espèces | Genebank ref. |
|--------|------|------|--------|-----------------|-------|-----|-----|---------|---------------|
| A C48a | A | ♂ | Larve | 7. VIII.2012 | + | + | - | | |
| A C49a | A | ♂ | Larve | 6. VII.2012 | + | + | - | | |
| A C50a | A | ♂ | Larve | 7. VI.2012 | + | + | + | C.w | KM207174 |
| B C51a | B | ♂ | Adulte | 16. XI .2012 | + | + | - | | |
| B C52a | B | ♂ | Adulte | 13. X.2012 | + | + | - | | |
| B C53a | B | ♂ | Adulte | 13. X.2012 | + | + | - | | |
| B C54a | B | ♂ | Adulte | 16. XI.2012 | + | + | - | | |
| B C55a | B | ♂ | Adulte | 28. IX.2012 | + | + | - | | |
| A C1 | A | ♀ | Adulte | 23. XI.2012 | + | + | + | C.b | KM207175 |
| A C2 | A | ♀ | Adulte | 16. XI .2012 | + | + | + | C.b | KM207176 |
| A C3 | A | ♂ | Larve | 22. VI.2012 | + | + | + | C.b | KM207177 |
| B C4 | B | ♂ | Adulte | 29. VI.2012 | + | + | - | | |
| A C5 | A | ♂ | Larve | 6. VII.2012 | + | + | + | C.b | KM207178 |
| A C6 | A | ♂ | Larve | 22. VI.2012 | + | + | - | | |
| A C7 | A | ♂ | Larve | 7. VIII.2012 | + | + | + | C.b | KM207179 |
| A C8 | A | ♂ | Adulte | 5. X.2012 | + | + | + | C.b | KM207180 |
| A C9 | A | ♂ | Adulte | 26. IX.2012 | + | + | + | C.b | KM207181 |
| A C10 | A | ♀ | Adulte | 7. VIII.2012 | + | + | + | C.b | KM207182 |
| B C11 | B | ♂ | Adulte | 9. XI.2012 | + | + | + | C.b | KM207183 |
| B C12 | B | ♂ | Adulte | 1. XI .2012 | + | + | + | C.b | KM207184 |
| A C13 | A | ♂ | Larve | 22. VI.2012 | + | + | + | C.b | KM207185 |
| A C14 | A | ♂ | Adulte | 7. VIII.2012 | + | + | + | C.b | KM207186 |
| A C15 | A | ♀ | Adulte | 5. X.2012 | + | + | + | C.b | KM207187 |
| A C16 | A | ♂ | Adulte | 13. X.2012 | + | + | + | C.b | KM207188 |
| A C17 | A | ♂ | Larve | 6. VII.2012 | + | + | + | C.b | KM207189 |
| B C18 | B | ♂ | Adulte | 1.11.2012 | + | + | + | C.b | KM207190 |
| B C19 | B | ♂ | Adulte | 23. XI .2012 | + | + | + | C.b | KM207191 |
| A C20 | A | ♀ | Adulte | 9. XI .2012 | + | + | + | C.b | KM207192 |
| B C21 | B | ♀ | Adulte | 1. XI .2012 | + | + | + | C.b | KM207193 |
| B C22 | B | ♀ | Adulte | 16. XI .2012 | + | + | + | C.b | KM207194 |
| B C23 | B | ♀ | Adulte | 9. XI .2012 | + | + | - | | |
| B C24 | B | ♀ | Adulte | 28. IX.2012 | + | + | + | C.b | KM207195 |
| A C25 | A | ♀ | Adulte | 17. VIII.2012 | + | + | + | C.b | KM207196 |
| B C26 | B | ♀ | Adulte | 28. IX.2012 | + | + | + | C.b | KM207197 |

Tableau 14 – Liste des individus d’*Oedipoda*. O.m : *Oedipoda miniata*

| Code | Site | Sexe | Stade | Date de récolte | Morph | HCs | COI | Espèces |
|-------|------|------|--------|-----------------|-------|-----|-----|---------|
| AOm1 | A | ♂ | Adulte | 2. XI. 2012 | + | + | + | O.m |
| BOM2 | B | ♂ | Adulte | 16. XI. 2012 | + | + | + | O.m |
| BOM3 | B | ♂ | Adulte | 16. XI. 2012 | + | + | - | |
| BOM4 | B | ♂ | Adulte | 9. XI. 2012 | + | + | - | |
| BOM5 | B | ♀ | Adulte | 13. X. 2012 | + | + | - | |
| BOM6 | B | ♂ | Adulte | 1.XI. 2012 | + | + | - | |
| BOM7 | B | ♂ | Adulte | 29. VI. 2012 | + | + | - | |
| AOm8 | A | ♂ | Adulte | 14. IX. 2012 | + | + | - | |
| BOM9 | B | ♀ | Adulte | 1.XI. 2012 | + | + | + | O.m |
| BOM10 | B | ♂ | Adulte | 1.XI. 2012 | + | + | - | |

Suite Tableau 14

| Code | Site | Sexe | Stade | Date de récolte | Morph | HCs | COI | Espèces |
|-------|------|------|--------|-----------------|-------|-----|-----|---------|
| AOm11 | A | ♂ | Adulte | 5. X. 2012 | + | + | + | O.m |
| AOm12 | A | ♀ | Adulte | 5. X. 2012 | + | + | + | O.m |
| BOm13 | B | ♀ | Adulte | 28. IX. 2012 | + | + | + | O.m |
| AOm14 | A | ♀ | Adulte | 22. VI. 2012 | + | + | - | |
| AOm15 | A | ♀ | Adulte | 23. XI. 2012 | + | + | - | |
| AOm16 | A | ♀ | Adulte | 23. XI. 2012 | + | + | + | O.m |
| AOm17 | A | ♂ | Adulte | 8. IX. 2012 | + | + | + | O.m |
| BOm18 | B | ♀ | Adulte | 9. XI. 2012 | + | + | + | O.m |
| AOm19 | A | ♀ | Adulte | 6. VII. 2012 | + | + | - | |
| AOm20 | A | ♀ | Adulte | 23. XI. 2012 | + | + | - | |
| AOm21 | A | ♂ | Adulte | 7. VIII. 2012 | + | + | - | |

Tableau 15 – Liste des individus d'*Acrotylus*. A.p : *A. patuelis* ; A.i : *A. insubricus*

| Code | Site | Sexe | Stade | Date de récolte | Morph | HCs | COI | Espèces |
|-------|------|------|-------|-----------------|-------|-----|-----|---------|
| AAp1 | A | ♀ | Adute | 19. III. 2012 | + | + | + | A.i |
| AAp2 | A | ♂ | Adute | 2. XI. 2012 | + | + | - | |
| AAp3 | A | ♂ | Adute | 23. XI. 2012 | + | + | - | |
| AAp4 | A | ♂ | Adute | 16. XI. 2012 | + | + | + | A.i |
| BAP5 | B | ♂ | Adute | 23. XI. 2012 | + | + | + | A.i |
| AAp6 | A | ♀ | Adute | 19. X. 2012 | + | + | + | A.i |
| AAp7 | A | ♀ | Adute | 9. XI. 2012 | + | + | - | |
| BAP8 | B | ♀ | Adute | 9. XI. 2012 | + | + | - | |
| BAP9 | B | ♂ | Adute | 18. V. 2012 | + | + | - | |
| AAp10 | A | ♀ | Adute | 16. XI. 2012 | + | + | + | A.p |
| BAP11 | B | ♀ | Adute | 23. XI. 2012 | + | + | + | A.i |
| BAP12 | B | ♂ | Adute | 9. XI. 2012 | + | + | - | |
| BAP13 | B | ♀ | Adute | 1. XI. 2012 | + | + | + | A.i |
| AAp14 | A | ♂ | Adute | 2. XI. 2012 | + | + | + | A.i |
| BAP15 | B | ♀ | Adute | 1. XI. 2012 | + | + | + | A.i |
| AAp16 | A | ♀ | Adute | 19. III. 2012 | + | + | + | A.i |
| BAP17 | B | ♀ | Adute | 1. XI. 2012 | + | + | + | A.i |
| BAP18 | B | ♂ | Adute | 9. XI. 2012 | + | + | + | A.i |
| BAP19 | B | ♀ | Adute | 9. XI. 2012 | + | + | + | A.i |
| AAp20 | A | ♀ | Adute | 9. XI. 2012 | + | + | - | |
| BAP21 | B | ♀ | Adute | 28. IX. 2012 | + | + | - | |
| AAp22 | A | ♂ | Adute | 16. XI. 2012 | + | + | + | A.i |
| AAp23 | A | ♂ | Adute | 16. XI. 2012 | + | + | + | A.i |
| AAp24 | A | ♀ | Adute | 16. XI. 2012 | + | + | - | |
| AAp25 | A | ♀ | Adute | 2. XI. 2012 | + | + | + | A.i |
| AAp26 | A | ♂ | Adute | 19. X. 2012 | + | + | + | A.i |

Tableau 16 – Liste des individus de *Sphingonotus*. S.m : *Sphingonotus*

| Code | Site | Sexe | Stade | Date de récolte | Morph | HCs | COI | Espèces |
|------|------|------|--------|-----------------|-------|-----|-----|---------|
| BSm1 | B | ♀ | Adulte | 31. VIII. 2012 | + | + | + | S.m |
| ASm2 | A | ♂ | Adulte | 26. VII. 2012 | + | + | - | |
| ASm3 | A | ♀ | Adulte | 19. X. 2012 | + | + | - | |
| ASm4 | A | ♀ | Adulte | 5. X. 2012 | + | + | + | S.m |
| ASm5 | A | ♀ | Adulte | 17. VIII. 2012 | + | + | - | |
| BSm6 | B | ♀ | Adulte | 21. IX. 2012 | + | + | + | S.m |

Suite Tableau 16

| Code | Site | Sexe | Stade | Date de récolte | Morph | HCs | COI | Espèces |
|-------|------|------|--------|-----------------|-------|-----|-----|---------|
| BSm7 | B | ♀ | Adulte | 9. XI. 2012 | + | + | + | S.m |
| ASm8 | A | ♂ | Adulte | 14. IX. 2012 | + | + | + | S.m |
| ASm9 | A | ♀ | Adulte | 7. VIII. 2012 | + | + | + | S.m |
| BSm10 | B | ♂ | Adulte | 13. X. 2012 | + | + | + | S.m |
| BSm11 | B | ♀ | Adulte | 31. VIII. 2012 | + | + | - | |
| BSm12 | B | ♂ | Adulte | 21. IX. 2012 | + | + | - | |
| ASm13 | B | ♀ | Adulte | 7. VIII. 2012 | + | + | + | S.m |
| BSm14 | B | ♀ | Adulte | 21. IX. 2012 | + | + | - | |
| ASm15 | B | ♀ | Adulte | 14. IX. 2012 | + | + | - | |
| BSm16 | B | ♀ | Adulte | 21. IX. 2012 | + | + | - | |
| ASm17 | A | ♀ | Adulte | 5. X. 2012 | + | + | - | |
| ASm18 | A | ♀ | Adulte | 17. VIII. 2012 | + | + | - | |

Tableau 17– Liste des individus de *Pseudosphingonotus*. S.f : *Pseudosphingonotus finotianus*

| Code | Site | Sexe | Stade | Date de récolte | Morph | HCs | COI | Espèces |
|-------|------|------|--------|-----------------|-------|-----|-----|---------|
| ASf1 | A | ♂ | Adulte | 19. X. 2012 | + | + | + | S.f |
| ASf2 | A | ♀ | Adulte | 9. XI. 2012 | + | + | - | |
| ASf3 | A | ♀ | Adulte | 14. IX. 2012 | + | + | - | |
| ASf4 | A | ♂ | Adulte | 23. XI. 2012 | + | + | - | |
| ASf5 | A | ♀ | Adulte | 9. XI. 2012 | + | + | - | |
| ASf6 | A | ♀ | Adulte | 26. VII. 2012 | + | + | + | S.f |
| ASf8 | A | ♀ | Adulte | 9. XI. 2012 | + | + | + | S.f |
| ASf9 | A | ♀ | Adulte | 26. VII. 2012 | + | + | + | S.f |
| ASf10 | A | ♀ | Adulte | 8. IX. 2012 | + | + | + | S.f |
| ASf11 | A | ♀ | Adulte | 14. IX. 2012 | + | + | - | |
| ASf12 | A | ♀ | Adulte | 14. IX. 2012 | + | + | - | |
| ASf13 | A | ♀ | Adulte | 19. X. 2012 | + | + | - | |
| ASf14 | A | ♂ | Adulte | 8. IX. 2012 | + | + | + | S.f |
| ASf15 | A | ♀ | Adulte | 5. X. 2012 | + | + | - | |
| ASf16 | A | ♂ | Adulte | 14. IX. 2012 | + | + | - | |
| ASf18 | A | ♂ | Adulte | 2. XI. 2012 | + | + | - | |
| ASf19 | A | ♂ | Adulte | 16. XI. 2012 | + | + | - | |
| ASf20 | A | ♂ | Adulte | 9. XI. 2012 | + | + | - | |
| ASc13 | A | ♂ | Adulte | 23. XI. 2012 | + | + | + | S.f |
| ASc14 | A | ♀ | Adulte | 26. VII. 2012 | + | + | + | S.f |

Tableau 18 – Liste des individus des *Sphingoderus*. S.C : *Sphingoderus carinatus*

| Code | Site | Sexe | Stade | Date de récolte | Morph | HCs | COI | Espèces |
|-------|------|------|--------|-----------------|-------|-----|-----|---------|
| BSf7 | B | ♂ | Adulte | 31. VIII. 2012 | + | + | + | S.c |
| BSf17 | B | ♂ | Adulte | 31. VIII. 2012 | + | + | + | S.c |
| BSc1 | B | ♀ | Adulte | 31. VIII. 2012 | + | + | + | S.c |
| ASc2 | A | ♀ | Adulte | 7. VIII. 2012 | + | + | - | |
| BSc3 | B | ♀ | Adulte | 1. VIII. 2012 | + | + | - | |
| BSc4 | B | ♀ | Adulte | 1. VIII. 2012 | + | + | - | |
| ASc5 | A | ♀ | Adulte | 23. XI. 2012 | + | + | - | |
| BSc6 | B | ♀ | Adulte | 31. VIII. 2012 | + | + | - | |
| BSc7 | B | ♀ | Adulte | 15. VI. 2012 | + | + | - | |

Suite Tableau 18

| Code | Site | Sexe | Stade | Date de récolte | Morph | HCs | COI | Espèces |
|-------|------|------|--------|-----------------|-------|-----|-----|---------|
| BSc8 | B | ♀ | Adulte | 31. VIII. 2012 | + | + | + | S.c |
| ASc9 | A | ♀ | Adulte | 2. XI. 2012 | + | + | + | |
| BSc10 | B | ♂ | Adulte | 1. XI. 2012 | + | + | - | |
| BSc11 | B | ♂ | Adulte | 31. VIII. 2012 | + | + | + | S.c |
| BSc12 | B | ♂ | Adulte | 15.VI. 2012 | + | + | + | S.c |
| BSc15 | B | ♂ | Adulte | 13.X. 2012 | + | + | + | S.c |
| ASc16 | A | ♀ | Adulte | 23. XI. 2012 | + | + | - | |
| ASc17 | A | ♂ | Adulte | 9. XI. 2012 | + | + | - | |
| BSc18 | B | ♂ | Adulte | 31. VIII. 2012 | + | + | + | S.c |
| BSc19 | B | ♀ | Adulte | 21. IX. 2012 | + | + | - | |
| BSc20 | B | ♀ | Adulte | 1. VIII. 2012 | + | + | - | |
| ASc21 | A | ♀ | Adulte | 5. X. 2012 | + | + | - | |
| BSc22 | B | ♂ | Adulte | 1. VIII. 2012 | + | + | - | |
| ASc23 | A | ♀ | Adulte | 23. XI. 2012 | + | + | - | |
| ASc24 | A | ♀ | Adulte | 23. XI. 2012 | + | + | - | |
| BSc25 | B | ♂ | Adulte | 19. X. 2012 | + | + | - | |
| BSc26 | B | ♀ | Adulte | 16. XI. 2012 | + | + | - | |

Annexe 4 - Tableau récapitulatif du nombre d'épines des pattes postérieures des individus de *Calliptamus* analysés. A: El-ourecia ;B: Bazer Sakhra, e: extérieur, i : interne, - : patte perdue

| Code du taxon | Site | Sexe | Stade | Date de récolte | Nombre d'épines des pattes postérieures | |
|---------------|------|------|--------|-----------------|---|--------------|
| | | | | | Patte gauche | Patte droite |
| AC1a | A | ♂ | Adulte | 5 X 2012 | 9 e/9 i | 8 e/9 i |
| A C2a | A | ♂ | Adulte | 26/IX/2012 | 9 e/9 i | 9 e/9 i |
| A C3a | A | ♂ | Adulte | 17/VIII/2012 | 8 e/9 i | 8 e/8 i |
| A C4a | A | ♂ | Adulte | 5/X/2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |
| A C5a | A | ♂ | Adulte | 17/VIII/2012 | 9 e/8 i | 8 e/9 i |
| A C6a | A | ♀ | Adulte | 19/X/2012 | 9 e/9 i | 8 e/9 i |
| B C7a | B | ♀ | Adulte | 1/XI/2012 | 9 e/8 i | 8 e/9 i |
| A C8a | A | ♂ | Larve | 22/VI/2012 | 8 e/8 i | 9 e/8 i |
| A C9a | A | ♂ | Larve | 6/VII/2012 | 9 e/9 i | 8 e/8 i |
| A C10a | A | ♀ | Adulte | 9/XI/2012 | 9 e/8 i | 8 e/9 i |
| B C11a | B | ♂ | Larve | 1/VI/2012 | 9 e/9 i | 9 e/8 i |
| A C12a | A | ♀ | Adulte | 26/IX/2012 | 7 e/8 i | 7 e/9 i |
| B C13a | B | ♂ | Larve | 29/VI/2012 | 8 e/9 i | 8 e/8 i |
| A C14a | A | ♂ | Adulte | 19/X/2012 | 8 e/9 i | - |
| A C15a | A | ♀ | Adulte | 16/XI/2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |
| A C16a | A | ♂ | Adulte | 5/XI/2012 | 7 e/8 i | 8 e/9 i |
| A C17a | A | ♂ | Adulte | 26/VII/2012 | 9 e/8 i | 8 e/9 i |
| A C18a | A | ♂ | Adulte | 6/VII/2012 | 9 e/9 i | 9 e/9 i |
| B C19a | B | ♂ | Larve | 29/VI/2012 | 8 e/9 i | 9 e/8 i |
| A C20a | A | ♀ | Adulte | 7/VIII/2012 | 8 e/9 i | - |
| A C21a | A | ♀ | Adulte | 16/XI/2012 | - | 9 e/8 i |
| A C22a | A | ♂ | Adulte | 9/ XI /2012 | 9 e/9 i | 9 e/8 i |
| A C23a | A | ♂ | Adulte | 6/VII/2012 | 9 e/9 i | 8 e/8 i |
| A C24a | A | ♂ | Adulte | 5/X/2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |
| A C25a | A | ♂ | Larve | 6/VII/2012 | 9 e/9 i | 9 e/9 i |
| A C26a | A | ♀ | Adulte | 26/VII/2012 | 9 e/9 i | 8 e/9 i |
| B C27a | B | ♂ | Adulte | 1/ XI /2012 | 9 e/9 i | - |
| A C28a | A | ♂ | Larve | 22/VI/2012 | 9 e/9 i | 8 e/9 i |
| A C29a | A | ♂ | Adulte | 26/IX/2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |
| A C30a | A | ♂ | Larve | 7/VI/2012 | 9 e/10 i | 9 e/9 i |
| B C31a | B | ♂ | Larve | 29/VI/2012 | 8 e/8 i | 8 e/9 i |
| A C32a | A | ♀ | Adulte | 17/VIII/2012 | 9 e/8 i | 8 e/9 i |
| B C33a | B | ♀ | Adulte | 9/ XI /2012 | 9 e/9 i | 8 e/9 i |
| B C34a | B | ♀ | Adulte | 19/X/2012 | 9 e/8 i | 7 e/9 i |
| B C35a | B | ♂ | Adulte | 1/ XI /2012 | 7 e/9 i | 8 e/9 i |
| B C36a | B | ♂ | Adulte | 29/VI/2012 | 8 e/9 i | 8 e/8 i |
| B C37a | B | ♂ | Adulte | 15/VIII/2012 | 8 e/9 i | 9 e/9 i |
| B C38a | B | ♂ | Adulte | 1/ XI /2012 | 8 e/9 i | 7 e/8 i |
| B C39a | B | ♀ | Adulte | 28/IX/2012 | 8 e/9 i | 9 e/9 i |
| B C40a | B | ♀ | Adulte | 1/ XI /2012 | 8 e/8 i | 8 e/8 i |
| B C41a | B | ♂ | Larve | 15/VI/2012 | 8 e/7 i | 8 e/8 i |
| B C42a | B | ♂ | Larve | 15/VI/2012 | 9 e/9 i | 8 e/9 i |
| A C43a | A | ♂ | Larve | 6/VII/2012 | - | 8 e/9 i |
| A C44a | A | ♂ | Larve | 22/VI/2012 | 8 e/9 i | 9 e/8 i |
| A C45a | A | ♀ | Adulte | 16/ XI /2012 | 9 e/9 i | 8 e/9 i |
| A C46a | A | ♀ | Adulte | 16/ XI /2012 | 9 e/ 11 i | 9 e/ 10 i |
| A C47a | A | ♀ | Adulte | 22/VI/2012 | 9 e/ 10 i | 9 e/ 10 i |
| A C48a | A | ♂ | Larve | 7/VIII/2012 | 9 e/9 i | 8 e/8 i |
| A C49a | A | ♂ | Larve | 6/VII/2012 | 9 e/9 i | 8 e/8 i |
| A C50a | A | ♂ | Larve | 7/VI/2012 | 9 e/9 i | 9 e/ 10 i |
| B C51a | B | ♂ | Adulte | 16/ XI /2012 | - | 8 e/9 i |
| B C52a | B | ♂ | Adulte | 13/X/2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |

Suite Annexe 4 (1)

| Code du taxon | Site | Sexe | Stade | Date de récolte | Nombre d'épines des pattes postérieures | |
|---------------|------|------|--------|-----------------|---|--------------|
| | | | | | Patte gauche | Patte droite |
| B C53a | B | ♂ | Adulte | 13/X/2012 | 9 e/9 i | - |
| B C54a | B | ♂ | Adulte | 16/ XI /2012 | 8 e/9 i | 8 e/8 i |
| B C55a | B | ♂ | Adulte | 28/IX/2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |
| A C1 | A | ♀ | Adulte | 23/ XI /2012 | 8 e/8 i | - |
| A C2 | A | ♀ | Adulte | 16/ XI /2012 | - | 8 e/9 i |
| A C3 | A | ♂ | Larve | 22/VI/2012 | 9 e/9 i | - |
| B C4 | B | ♂ | Adulte | 29/VI/2012 | 8 e/8 i | 8 e/8 i |
| A C5 | A | ♂ | Larve | 6/VII/2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |
| A C6 | A | ♂ | Larve | 22/VI/2012 | 9 e/9 i | 7 e/9 i |
| A C7 | A | ♂ | Larve | 7/VIII/2012 | - | 8 e/9 i |
| A C8 | A | ♂ | Adulte | 5/X/2012 | 7 e/9 i | 8 e/8 i |
| A C9 | A | ♂ | Adulte | 26/IX/2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |
| A C10 | A | ♀ | Adulte | 7/VIII/2012 | 8 e/9 i | 7 e/9 i |
| B C11 | B | ♂ | Adulte | 9/ XI /2012 | 8 e/9 i | 9 e/8 i |
| A C6 | A | ♂ | Larve | 22/VI/2012 | 9 e/9 i | 7 e/9 i |
| A C7 | A | ♂ | Larve | 7/VIII/2012 | - | 8 e/9 i |
| A C8 | A | ♂ | Adulte | 5/X/2012 | 7 e/9 i | 8 e/8 i |
| A C9 | A | ♂ | Adulte | 26/IX/2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |
| A C10 | A | ♀ | Adulte | 7/VIII/2012 | 8 e/9 i | 7 e/9 i |
| B C11 | B | ♂ | Adulte | 9/ XI /2012 | 8 e/9 i | 9 e/8 i |
| B C12 | B | ♂ | Adulte | 1/ XI /2012 | 8 e/9 i | 7 e/9 i |
| A C13 | A | ♂ | Larve | 22/VI/2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |
| A C14 | A | ♂ | Adulte | 7/VIII/2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |
| A C15 | A | ♀ | Adulte | 5/X/2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |
| A C16 | A | ♂ | Adulte | 13/X/2012 | 8 e/8 i | - |
| A C6 | A | ♂ | Larve | 22/VI/2012 | 9 e/9 i | 7 e/9 i |
| A C7 | A | ♂ | Larve | 7/VIII/2012 | - | 8 e/9 i |
| A C8 | A | ♂ | Adulte | 5/X/2012 | 7 e/9 i | 8 e/8 i |
| A C9 | A | ♂ | Adulte | 26/IX/2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |
| A C10 | A | ♀ | Adulte | 7/VIII/2012 | 8 e/9 i | 7 e/9 i |
| B C11 | B | ♂ | Adulte | 9/ XI /2012 | 8 e/9 i | 9 e/8 i |
| B C12 | B | ♂ | Adulte | 1/ XI /2012 | 8 e/9 i | 7 e/9 i |
| A C13 | A | ♂ | Larve | 22/VI/2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |
| A C14 | A | ♂ | Adulte | 7/VIII/2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |
| A C15 | A | ♀ | Adulte | 5/X/2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |
| A C16 | A | ♂ | Adulte | 13/X/2012 | 8 e/8 i | - |
| A C17 | A | ♂ | Larve | 6/VII/2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |
| B C18 | B | ♂ | Adulte | 1/ XI /2012 | 8 e/8 i | - |
| B C19 | B | ♂ | Adulte | 23/ XI /2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |
| A C20 | A | ♀ | Adulte | 9/ XI /2012 | 8 e/8 i | 8 e/9 i |
| B C21 | B | ♀ | Adulte | 1/ XI /2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |
| B C22 | B | ♀ | Adulte | 16/ XI /2012 | - | 8 e/8 i |
| B C23 | B | ♀ | Adulte | 9/ XI /2012 | 8 e/8 i | 8 e/9 i |
| B C24 | B | ♀ | Adulte | 28/IX/2012 | 7 e/8 i | 8 e/8 i |
| B C11 | B | ♂ | Adulte | 9/ XI /2012 | 8 e/9 i | 9 e/8 i |
| B C12 | B | ♂ | Adulte | 1/ XI /2012 | 8 e/9 i | 7 e/9 i |
| A C13 | A | ♂ | Larve | 22/VI/2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |
| A C14 | A | ♂ | Adulte | 7/VIII/2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |
| A C15 | A | ♀ | Adulte | 5/X/2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |
| A C16 | A | ♂ | Adulte | 13/X/2012 | 8 e/8 i | - |
| A C17 | A | ♂ | Larve | 6/VII/2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |
| B C18 | B | ♂ | Adulte | 1/ XI /2012 | 8 e/8 i | - |
| B C19 | B | ♂ | Adulte | 23/ XI /2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |

Suite Annexe 4 (2)

| Code du taxon | Site | Sexe | Stade | Date de récolte | Nombre d'épines des pattes postérieures | |
|---------------|------|------|--------|-----------------|---|--------------|
| | | | | | Patte gauche | Patte droite |
| A C20 | A | ♀ | Adulte | 9/ XI /2012 | 8 e/8 i | 8 e/9 i |
| B C21 | B | ♀ | Adulte | 1/ XI /2012 | 8 e/9 i | 8 e/9 i |
| B C22 | B | ♀ | Adulte | 16/ XI /2012 | - | 8 e/8 i |
| B C23 | B | ♀ | Adulte | 9/ XI /2012 | 8 e/8 i | 8 e/9 i |
| B C24 | B | ♀ | Adulte | 28/IX/2012 | 7 e/8 i | 8 e/8 i |
| A C25 | A | ♀ | Adulte | 17/VIII/2012 | 9 e/9 i | 8 e/9 i |
| B C26 | B | ♀ | Adulte | 28/IX/2012 | 8 e/9 i | 8 e/8 i |

Annexe 5 - Nombre d'espèces récoltées par relevé dans les trois stations d'étude (2007- 2009)

| N° de sorties | Date de sortie | Stations d'étude | Nombre d'espèces récoltées | Nombre d'espèces /mois |
|---------------|----------------|------------------|----------------------------|------------------------|
| 1 | 13. VII. 2007 | Bazer Sakhra | 04 | 12 |
| 2 | 16. VII. 2007 | El-ourecia | 05 | |
| 3 | 16. VII. 2007 | Zenadia | 03 | |
| 4 | 14. VIII.2007 | El-ourecia | 05 | 24 |
| 5 | 15. VIII.2007 | Bazer Sakhra | 11 | |
| 6 | 16. VIII.2007 | Zenadia | 08 | |
| 7 | 17. IX.2007 | Bazer Sakhra | 10 | 20 |
| 8 | 19. IX.2007 | Zenadia | 01 | |
| 9 | 21. IX.2007 | El-ourecia | 09 | |
| 10 | 24. X. 2007 | Zenadia | 00 | 09 |
| 11 | 26. X. 2007 | Bazer Sakhra | 06 | |
| 12 | 29. X. 2007 | El-ourecia | 03 | |
| 13 | 21. XI. 2007 | Zenadia | 00 | 00 |
| 14 | 22. XI. 2007 | El-ourecia | 00 | |
| 15 | 23. XI. 2007 | Bazer Sakhra | 00 | |
| 16 | 25. XII. 2007 | Bazer Sakhra | 00 | 00 |
| 17 | 26. XII. 2007 | El-ourecia | 00 | |
| 18 | 27. XII. 2007 | Zenadia | 00 | |
| 19 | 16. I. 2008 | Zenadia | 00 | 00 |
| 20 | 17. I. 2008 | El-ourecia | 00 | |
| 21 | 18. I. 2008 | Bazer Sakhra | 00 | |
| 22 | 22. II. 2008 | Bazer Sakhra | 00 | 02 |
| 23 | 23. II. 2008 | El-ourecia | 02 | |
| 24 | 24. II. 2008 | Zenadia | 00 | |
| 25 | 14. III. 2008 | Bazer Sakhra | 00 | 07 |
| 26 | 15. III. 2008 | Zenadia | 00 | |
| 27 | 16. III. 2008 | El-ourecia | 07 | |
| 28 | 16. IV. 2008 | Zenadia | 00 | 05 |
| 29 | 17. IV. 2008 | El-ourecia | 05 | |
| 30 | 18. IV. 2008 | Bazer Sakhra | 00 | |
| 31 | 16. V. 2008 | Zenadia | 00 | 09 |
| 32 | 17. V. 2008 | El-ourecia | 09 | |
| 33 | 18.V.2008 | Bazer Sakhra | 00 | |
| 34 | 11.VI.2008 | Bazer Sakhra | 03 | 12 |
| 35 | 12. VI. 2008 | El-ourecia | 06 | |
| 36 | 13. VI. 2008 | Zenadia | 03 | |
| 37 | 11.VII.2008 | Bazer Sakhra | 06 | 20 |
| 38 | 12.VII.2008 | Zenadia | 04 | |
| 39 | 13.VII.2008 | El-ourecia | 10 | |

Suite de l'annexe 5

| N° de sorties | Date de sortie | Stations d'étude | Nombre d'espèces récoltées | Nombre d'espèces/mois |
|---------------|----------------|------------------|----------------------------|-----------------------|
| 40 | 24.VIII.2008 | Zenadia | 00 | 13 |
| 41 | 25.VIII.2008 | Bazer Sakhra | 04 | |
| 42 | 26.VIII.2008 | El-ourecia | 09 | |
| 43 | 21.IX.2008 | El-ourecia | 10 | 12 |
| 44 | 22.IX.2008 | Bazer Sakhra | 02 | |
| 45 | 23.IX.2008 | Zenadia | 00 | |
| 46 | 15.X.2008 | Zenadia | 00 | 11 |
| 47 | 16.X.2008 | Bazer Sakhra | 01 | |
| 48 | 17.X.2008 | El-ourecia | 10 | |
| 49 | 21.XI.2008 | El-ourecia | 01 | 01 |
| 50 | 21.XI.2008 | Zenadia | 00 | |
| 51 | 22.XI.2008 | Bazer Sakhra | 00 | |
| 52 | 23.XII.2008 | Bazer Sakhra | 00 | 02 |
| 53 | 23.XII.2008 | El-ourecia | 02 | |
| 54 | 23.XII.2008 | Zenadia | 00 | |
| 55 | 16.I.2009 | Bazer Sekhra | 00 | 00 |
| 56 | 16.I.2009 | El-ourecia | 00 | |
| 57 | 16.I.2009 | Zenadia | 00 | |
| 58 | 18.II.2009 | Bazer Sakhra | 00 | 00 |
| 59 | 18.II.2009 | El-ourecia | 00 | |
| 60 | 18.II.2009 | Zenadia | 00 | |
| 61 | 20.III.2009 | Bazer Sakhra | 00 | 03 |
| 62 | 20.III.2009 | Zenadia | 00 | |
| 63 | 20.III.2009 | El-ourecia | 03 | |
| 64 | 17.IV.2009 | Bazer Sakhra | 01 | 05 |
| 65 | 18.IV.2009 | El-ourecia | 04 | |
| 66 | 18.IV.2009 | Zenadia | 00 | |
| 67 | 17.V.2009 | El-ourecia | 05 | 05 |
| 68 | 17.V.2009 | Bazer Seakhra | 00 | |
| 69 | 17.V.2009 | Zenadia | 00 | |
| 70 | 29.VI.2009 | Zenadia | 00 | 14 |
| 71 | 29.VI.2009 | Bazer Sakhra | 07 | |
| 72 | 30.VI.2009 | El-ourecia | 07 | |

Annexe 6 - Indice de diversité de Shannon-Weaver des espèces d'Orthoptères dans les trois stations, ni : nombre d'individus de l'espèce i ; N2 : nombre total des individus dans l'échantillon ; pi = ni/N2

Tableau 32 - Indice de diversité de Shannon-Weaver des espèces d'Orthoptères dans la station de Zenadia

| Espèces | ni | pi | log2 pi | Pi log2 pi |
|---|--------------|------------|-------------|--------------------|
| <i>Acinipe sp</i> | 1 | 0,02702703 | -5,20945337 | -0,14079604 |
| <i>Pezotettix giornai</i> | 16 | 0,43243243 | -1,20945337 | -0,52300686 |
| <i>Calliptamus barbarus</i> | 1 | 0,02702703 | -5,20945337 | -0,14079604 |
| <i>Calliptamus wattenwylanus</i> | 1 | 0,02702703 | -5,20945337 | -0,14079604 |
| <i>Dociostaurus jagoi jagoi</i> | 2 | 0,05405405 | -4,20945337 | -0,22753802 |
| <i>Omocestus raymondi</i> | 4 | 0,10810811 | -3,20945337 | -0,34696793 |
| <i>Omocestus ventralis</i> | 5 | 0,13513514 | -2,88752527 | -0,39020612 |
| <i>Oedipoda coerulescens sulferescens</i> | 5 | 0,13513514 | -2,88752527 | -0,39020612 |
| <i>Oedipoda miniata</i> | 1 | 0,02702703 | -5,20945337 | -0,14079604 |
| <i>Sphingonotus sp</i> | 1 | 0,02702703 | -5,20945337 | -0,14079604 |
| Somme | N2=37 | | | -2,58190523 |

Tableau 33 - Indice de diversité de Shannon-Weaver des espèces d'Orthoptères dans la station d'El -ourecia

| Espèces | ni | Pi | log2 Pi | Pi log2 Pi |
|---|-----|------------|-------------|-------------|
| <i>Ocneridia volxemii</i> | 42 | 0,10852713 | -9,10491665 | -0,42394376 |
| <i>Acinipe sp</i> | 2 | 0,00516796 | -7,59618966 | -0,03925679 |
| <i>Eunapiodes granosus</i> | 4 | 0,01033592 | -6,5961898 | -0,06817767 |
| <i>Pyrgomorpha conica</i> | 20 | 0,05167959 | -4,27426165 | -0,22089207 |
| <i>Pyrgomorpha cognata</i> | 4 | 0,01033592 | -6,5961898 | -0,06817767 |
| <i>Pyrgomorpha vosseleri</i> | 7 | 0,01808786 | -5,78883486 | -0,10470761 |
| <i>Pezotettix giornai</i> | 102 | 0,26356589 | -1,92376442 | -0,50703868 |
| <i>Calliptamus barbarus</i> | 28 | 0,07235142 | -3,78883484 | -0,27412759 |
| <i>Calliptamus wattenwylanus</i> | 14 | 0,03617571 | -4,78883482 | -0,1732395 |
| <i>Dociostaurus jagoi jagoi</i> | 32 | 0,08268734 | -3,59618975 | -0,29735936 |
| <i>Dociostaurus maroccanus</i> | 2 | 0,00516796 | -7,59618966 | -0,03925679 |
| <i>Omocestus raymondi</i> | 3 | 0,00775194 | -7,01122725 | -0,0543506 |
| <i>Omocestus ventralis</i> | 3 | 0,00775194 | -7,01122725 | -0,0543506 |
| <i>Acrotylus insubricus</i> | 22 | 0,05684755 | -4,13675814 | -0,23516455 |
| <i>Oedipoda coerulescens sulferescens</i> | 6 | 0,01550388 | -6,01122725 | -0,09319732 |
| <i>Oedipoda fuscocincta</i> | 1 | 0,00258398 | -8,59618994 | -0,02221238 |
| <i>Oedipoda miniata</i> | 6 | 0,01550388 | -6,01122725 | -0,09319732 |
| <i>Sphingonotus azureus</i> | 1 | 0,00258398 | -8,59618994 | -0,02221238 |
| <i>Sphingonotus coerulans</i> | 1 | 0,00258398 | -8,59618994 | -0,02221238 |
| <i>Sphingoderus carinatus</i> | 6 | 0,01550388 | -6,01122725 | -0,09319732 |
| <i>Sphingonotus maroccanus</i> | 3 | 0,00775194 | -7,01122725 | -0,0543506 |
| <i>Pseudosphingonotus finotianus</i> | 16 | 0,04134367 | -4,59618976 | -0,19002335 |
| <i>Thalpomena algeriana</i> | 23 | 0,05943152 | -4,07262779 | -0,24204248 |
| <i>Pseudosphingonotus canariensis</i> | 1 | 0,00258398 | -8,59618994 | -0,02221238 |
| <i>Oedaleus decorus</i> | 14 | 0,03617571 | -4,78883482 | -0,1732395 |
| <i>Locusta migratoria cenerascens</i> | 1 | 0,00258398 | -8,59618994 | -0,02221238 |

Suite Tableau 33

| Espèces | ni | Pi | log2 Pi | Pi log2 Pi |
|-------------------------------------|---------------|------------|-------------|-------------------|
| <i>Platycleis tessellata</i> | 4 | 0,01033592 | -6,5961898 | -0,06817767 |
| <i>Platycleis affinis</i> | 1 | 0,00258398 | -8,59618994 | -0,02221238 |
| <i>Decticus albifrons</i> | 5 | 0,0129199 | -6,27426162 | -0,08106281 |
| <i>Odontura sp</i> | 4 | 0,01033592 | -6,5961898 | -0,06817767 |
| <i>Odontura algerica</i> | 3 | 0,00775194 | -7,01122725 | -0,0543506 |
| <i>Odontura microptera</i> | 1 | 0,00258398 | -8,59618994 | -0,02221238 |
| <i>Amphiestris sp</i> | 1 | 0,00258398 | -8,59618994 | -0,02221238 |
| <i>Tettigonia sp</i> | 2 | 0,00516796 | -7,59618966 | -0,03925679 |
| <i>Ephippigerida nigromarginata</i> | 2 | 0,00516796 | -7,59618966 | -0,03925679 |
| Somme | N2=387 | | | -4,0272725 |

Tableau 34- Indice de diversité de Shannon-Weaver des espèces d'Orthoptères dans la station de Bazer Sakhra

| Espèces | ni | Pi | log2 Pi | Pi log2 Pi |
|---------------------------------------|----------------|------------|-------------|--------------------|
| <i>Paratettix meridionalis</i> | 1 | 0,00729927 | -7,08746288 | -0,0521137 |
| <i>Pyrgomorpha cognata</i> | 6 | 0,04379562 | -4,50250034 | -0,19863972 |
| <i>Calliptamus barbarus</i> | 3 | 0,02189781 | -5,50250031 | -0,12137868 |
| <i>Aiolopus thalassinus</i> | 5 | 0,03649635 | -4,76553474 | -0,17520348 |
| <i>Aiolopus strepens</i> | 4 | 0,02919708 | -5,08746283 | -0,14963126 |
| <i>Dociostaurus jagoi jagoi</i> | 7 | 0,05109489 | -4,28010793 | -0,22029967 |
| <i>Omocestus ventralis</i> | 4 | 0,02919708 | -5,08746283 | -0,14963126 |
| <i>Ochrilidia sp</i> | 2 | 0,01459854 | -6,08746288 | -0,08952151 |
| <i>Acrotylus insubricus</i> | 4 | 0,02919708 | -5,08746283 | -0,14963126 |
| <i>Oedipoda coerulea sulferescens</i> | 1 | 0,00729927 | -7,08746288 | -0,0521137 |
| <i>Oedipoda miniata</i> | 20 | 0,1459854 | -2,76553474 | -0,40669629 |
| <i>Sphingonotus coeruleus</i> | 22 | 0,16058394 | -2,62803122 | -0,4251227 |
| <i>Sphingonotus diadematus</i> | 3 | 0,02189781 | -5,50250031 | -0,12137868 |
| <i>Sphingoderus carinatus</i> | 32 | 0,23357664 | -2,08746284 | -0,49116773 |
| <i>Thalpomena algeriana</i> | 2 | 0,01459854 | -6,08746288 | -0,08952151 |
| <i>Miocertus wagneri</i> | 18 | 0,13138686 | -2,91753784 | -0,38614471 |
| <i>Sphingonotus luteus</i> | 1 | 0,00729927 | -7,08746288 | -0,0521137 |
| <i>Thisoicetrus adspersus</i> | 1 | 0,00729927 | -7,08746288 | -0,0521137 |
| Somme | N2= 136 | | | -3,38242326 |

Annexes 8 - Barcoding moléculaire

Le « barcoding moléculaire » ou « DNA barcoding » ou « code-barres génétique » est une technique récente de taxonomie moléculaire utilisée comme un nouveau moyen pour améliorer l'inventaire du vivant. Il permet la caractérisation génétique d'un individu à partir d'un gène du génome mitochondrial (la cytochrome oxydase ou COI) [1]. Ce marqueur génétique est utilisé pour la discrimination des espèces [2].

Un barcode moléculaire est un fragment d'ADN présent chez tous les organismes vivants. La séquence de ce fragment d'ADN est quasiment identique chez des individus qui appartiennent à la même espèce, et permet donc de déterminer l'espèce à laquelle appartient un individu en ne connaissant que la séquence de ce fragment d'ADN. Le fragment choisi est un gène du génome mitochondrial codant pour la première sous-unité de la cytochrome oxydase (COI), une protéine qui intervient dans la chaîne respiratoire de la mitochondrie. Chaque cellule contenant de nombreuses mitochondries. Et le gène COI est présent en de nombreuses copies. Ce qui facilite son séquençage. De plus, ce gène présente un niveau de variabilité intéressant : les différences entre les séquences de ce gène chez différents individus, apparues par mutations au cours du temps, sont faibles entre les individus d'une même espèce et élevées entre des individus d'espèces différentes [3].

Les séquences d'ADN obtenues, associées au nom de l'espèce sur laquelle l'ADN a été prélevé, permettront la constitution d'une base de données associant un nom d'espèce et l'ensemble des séquences d'ADN liées à ce nom. Plus tard, il sera possible de lire la séquence d'ADN d'un spécimen inconnu et de la comparer avec les séquences de la base de données pour identifier le spécimen. Dans certains cas, le spécimen pourra appartenir à une espèce qui n'a pas encore été séquencée auparavant. Sa séquence sera donc différente de celles déjà présentes dans la base de données. Dans ce cas, un taxonomiste pourra déterminer s'il s'agit d'une espèce déjà décrite, mais qui n'avait tout simplement pas encore été séquencée, ou s'il s'agit d'une nouvelle espèce. Dans les deux cas, elle sera ajoutée à la base de données, qui ne cesse ainsi de se compléter [3].

[1]. https://fr.wikipedia.org/wiki/Barcoding_moléculaire. Consulté le 22/08/2014.

[2]. Hebert P.D.N., Cywinska A., Ball S.L. deWaard J.R. (2003). Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 270, 313-321.

[3]. <http://planet-vie.ens.fr/content/barcode-moleculaire>. Consulté le 10/04/2016

التنوع البيولوجي لمستقيمات الأجنحة (Caelifera و Tettigoniidae) في منطقة سطيف ودراسة بعض الجوانب الكيميائية والوراثية

ملخص

في إطار دراسة التنوع البيولوجي لمستقيمات الأجنحة (Caelifera و Tettigoniidae) في منطقة سطيف □ قمنا بإحصاء الأنواع الموجودة في ارض مراحة □ غابة صنوبرحلب □ و منطقة رطبة ما بين 2007 و 2009 . كانت النتيجة الحصول على 44 نوع □ 35 نوع من Caelifera و 9 نوع من Ensifera (Tettigoniidae) موزعة بين 26 جنس و 5 طوائف. طائفة Acrididae هي الأكثر انتشار تحتوي على 6 تحت طوائف. 13 نوع جديد أضيف إلى منطقة سطيف. طبقت ثلاثة طرق تصنيفية متكاملة □ مرفولوجية . كيميائية و وراثية على 8 أنواع من الجراد لاسيما *A. Acrotylus patruelis* ، *Oedipoda miniata* ، *C.wattenwylanus* ، *Calliptamus barbarus* ، *Sphingoderus* ، *Pseudosphingonotus finotianus* ، *Sphingonotus maroccanus* ، *insibricus* ، *carinatus*. أظهرت النتائج مختلف المركبات الهيدروكربونية القشرية و تسلسل الحمض النووي لكل نوع . عينت معايير تصنيفية جديدة لبعض الأنواع و أكملت للبعض الأخر.

الكلمات المفتاحية : التنوع البيولوجي □ Caelifera □ Ensifera □ التصنيف الكيميائي □ تحليل الحمض النووي ، النسالة.

Biodiversity of Orthoptera fauna (Grasshoppers and Katydid) of the region of Setif and study of some chemical and genetic aspects

Summary

In the context of studying the biodiversity of orthopterafauna (Grasshoppers and Katydid) of the region of Setif, an inventory was conducted in three different ecosystems to determine the different species in the region. The diversity and abundance of this group of insects were evaluated between 2007 and 2009 in a fallow land, a reforestation of Aleppo pine and a wetland. Altogether 44 species were identified with 35 species of Caelifera and 9 species Ensifera (Katydid) distributed between 26 genus and 5 families. The Acrididae is widely predominated including 6 subfamilies. 13 new species are added to the region of Setif. Integrated taxonomic methods, morphological, chemical and genetic were applied to 8 acridid species including *Calliptamus barbarus*, *C.wattenwylanus*, *Oedipoda miniata*, *Acrotylus patruelis*, *A. insibricus*, *Sphingonotus maroccanus*, *Pseudosphingonotus finotianus*, *Sphingoderus carinatus*. The results revealed for every species his various components of cuticular hydrocarbons and his DNA sequence. New taxonomic criteria are retained for certain species and supplemented for others.

Keywords: Diversity, Caelifera, Ensifera, chemotaxonomy, DNA barcoding, Phylogeny

Soutenu le : 17 / 05 / 2016

Présenté par : SOFRANE Zina

Biodiversité de l'Orthoptérofaune (Criquets et Sauterelles) de la région de Sétif et étude de quelques aspects chimique et génétique

Résumé :

Dans le cadre d'étudier la biodiversité de l'orthoptérofaune (Criquets et sauterelles) de la région de Sétif, un inventaire a été mené dans trois écosystèmes différents afin de déterminer les différentes espèces présentes dans la région. La diversité et l'abondance de ce groupe d'insectes ont été évaluées entre 2007 et 2009 dans une friche, un reboisement de Pin d'Alep et dans une zone humide. Au total 44 espèces ont été identifiées avec 35 espèces Caelifera et 9 espèces Ensifera (sauterelles) réparties entre 26 genres et 5 familles. Les Acrididae sont largement majoritaires regroupant six sous-familles. 13 nouvelles espèces sont ajoutées à la région de Sétif. Des méthodes taxonomiques intégrées, morphologique, chimique et génétique ont été appliquées sur 8 espèces acridiennes notamment *Calliptamus barbarus*, *C.wattenwylanus*, *Oedipoda miniata*, *Acrotylus patruelis*, *A. insibricus*, *Sphingonotus maroccanus*, *Pseudosphingonotus. finotianus*, *Sphingoderus carinatus*. Les résultats ont révélé pour chaque espèce ses différents composants d'hydrocarbures cuticulaires et sa séquence d'ADN. De nouveaux critères taxonomiques sont retenus pour certaines espèces et complétés pour d'autres.

Mots clés : Diversité, Caelifera, Ensifera, chémotaxonomie, barcode, phylogénie.

Département de Biologie Animale
Faculté des sciences de la nature et de la vie
Université frères Mentouri Constantine

Rapporteur : Pr DOUMANDJI Salaheddine