

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE



المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

الحراش الجزائر

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE

EL HARRACH – ALGER

Pour l'obtention du diplôme de Doctorat és

en Sciences Agronomiques

Sujet :

Systematique et écologie des Orthoptères Caelifères
dans neuf stations à Kherrata, Setif et Jijel.

Par: AZIL Ammar

Jury :

- Président : Mr. CHAKALI GahdabProfesseur.
- Directeur de thèse : Mr. BENZEHRA AbdelmadjidProfesseur.
- Examinatrices : Mme CHAHBAR NoraProfesseur.
Mme BENDIFALLAH LeilaProfesseur.

Année universitaire : 2023-2024

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je tiens à remercier Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, la patience et la santé pour terminer ce travail.

Je remercie Mr. ABDELMADJID BENZEHRA, Professeur à l'ENSA El-Harrach Alger de m'avoir encadré durant des années. Je le remercie pour son aide, sa patience, ses conseils, sa collaboration et sa disponibilité pour la réalisation de ce travail.

Je le remercie aussi pour sa rigueur, sa précision et son expérience qui m'ont beaucoup aidé.

J'exprime ma reconnaissance à Mr. CHAKALI GAHDAB, Professeur à l'ENSA El-Harrach Alger, qui a accepté de participer à ce jury et examiner mon travail.

Je voudrais remercier Mme CHAHBAR Nora, Professeur à l'université Mohamed Bougara Boumerdes de m'avoir fait l'honneur d'accepter d'être examinatrice de cette thèse.

Je remercie également Mme BENDIFALLAH Leila, Professeur à l'université Mohamed Bougara Boumerdes qui a accepté de juger ce travail.

Je remercie vivement Mr. Hama Nabil, l'artiste qui a dessiné les structures génitales.

j'adresse un grand merci à tous ceux que j'ai pu croisé jusqu'ici, tous ceux qui m'ont transmis un peu de leur savoir vivre, de leur connaissance, de leur engagement et de leur amour. Il s'agit notamment des personnes qui m'ont suivi, formé et encadré, des collègues et amis qui m'ont apporté leur aide chaque fois que j'en avais besoin.

SOMMAIRE

Introduction.....	1
-------------------	---

CHAPITRE I - TAXONOMIE ET CARACTERES MORPHOLOGIQUES DES ORTHOPTERES

I. Taxonomie des Orthoptères	4
1- Généralités	4
2- Phylogénie des Orthoptères	4
2. Superfamille des Tridactyloidea	5
3. Superfamille des Tetrigoidea	5
4. Superfamille des Acridoidea.....	5
4.1. Famille des Pyrgomorphidae.....	6
4.2. Famille des Pamphagidae.....	6
4.3. Famille des Charilaidae.....	6
4.4. Famille des Acrididae	6
II. Caractères morphologiques	10
1. Description de l'adulte.....	10
1.1. Tête	10
1.2. Thorax	12
1.3. Abdomen	12

CHAPITRE II - CARACTERES BIO ECOLOGIQUES DES CAELIFERES

1. Caractéristiques biologiques	14
1.1. Etats biologiques des Caelifères	14
1.2. Embryogenèse	15
1.3. Développement larvaire	15
1.4. Développement imaginal	15
1.5. Nombre de générations	16
2. Influence des facteurs écologiques.....	16
2.1. Action de la température	16
2.2. Action de la lumière	17
2.3. Action de l'eau	17
2.4. Action du sol	18
2.5. Action des substances chimiques	18

2.6. Action de la végétation	19
2.7. Action des ennemis naturels	19

CHAPITRE III

PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

I. Présentation de la Kabylie des Babors	21
2. Zone Ouest	22
2.1. Relief.....	22
2.2. Sol	22
2.3. Géologie	22
2.4. Hydrographie	22
2.5. Climat	22
2.5.1. Température	22
2.5.2. Pluviométrie	23
2.5.2. Vent	24
3. Zone Sud	25
3.1. Relief	25
3.2. Sol	25
3.3. Géologie	25
3.4. Hydrographie	25
3.5. Climat	25
3.5.1. Température	25
3.5.2. Pluviométrie	26
4. Zone Est	27
4.1. Relief	27
4.2. Sol	27
4.3. Hydrographie.....	27
4.4. Climat	27
4.4.1. Température	27
4.4.2. Pluviométrie	28
4.4.3. Quotient pluviométrique d'Emberger.....	28

CHAPITRE IV
EXPERIMENTATION

I. Méthodes de travail	31
1. Choix des stations	31
2. Description des stations	31
2.1. Zone Ouest	31
2.1.1. Station Amridj	31
2.1.2. Station Afra	32
2.1.3. Station Senadla	32
2.2. Zone Sud	33
2.2.1. Station Oued-Bared.....	33
2.2.2. Station Amoucha	34
2.2.3. Station Ain-Roua	34
2.3. Zone Est	35
2.3.1. Station Sidi-Abdelaziz	35
2.3.2. Station Sidi-Marouf	36
2.3.3. Station El-Milia	36
3. Stations à différentes altitudes.....	37
3.1. Station Kaous	37
3.2. Station Djimla.....	37
3.3. Station Ferdjoua.....	38
4. Echantillonnage	40
5. Prélèvement des Orthoptères	40
6. Identification des Orthoptères	41
7. Conservation des Orthoptères	41
8. Dissection des genitalia mâles	41
9. Description des plaques génitales et de l'épiphalle	42
9.1. Les plaques sous-génitale et anale	42
9.2. L'épiphalle	42
10. Indices écologiques	45
10. 1. Indices écologiques de composition	45
10.1.1. Richesse totale ou spécifique.....	45
10.1.2. Richesse moyenne	45

10.1.3. Fréquences centésimales ou abondances relatives	45
10.1.4. Constance ou indice d'occurrence	46
10.2. Indices écologiques de structure	46
10.2.1. Indice de diversité de Shannon	46
10.2.2. Indice d'équitabilité de Pielou	47
10.2.3. Qualité de l'échantillonnage	47
10.2.4. Similarité	48
10.2.5. Etude statistique	48

CHAPITRE V

RESULTATS ET DISCUSSION

I. Résultats.....	49
1. Composition de l'orthoptérofaune de la Kabylie des Babors	49
2. Répartition par familles taxonomiques	50
3. Répartition par sous-familles taxonomiques	50
4. Fréquences des espèces inventoriées	51
4.1. Zone Ouest	52
4.2. Zone Sud	52
4.3. Zone Est	52
5. Fréquences d'occurrence ou Constance.....	53
5.1. Zone Ouest	54
5.2. Zone Sud	54
5.3. Zone Est	54
6. Richesses totale et moyenne.....	54
7. Diversité spécifique.	55
8. Equitabilité	55
9. Similarité entre zones.....	55
10. Influence de l'altitude sur richesse Orthoptérique.....	56
11. Influence de l'altitude sur la diversité et l'équitabilité	57
12. Modèles de distribution d'abondance des espèces acridiennes.....	57
13. Analyse factorielle des correspondances.	58
14. Corrélation entre la diversité / abondance acridiennes et l'altitude.....	59
15. Etude des structures génitales males des espèces acridiennes.	61
15.1. <i>Acrida turrita</i>	61

15.2. <i>Aiolopus strepens</i>	62
15.3. <i>Aiolopus puissanti</i>	63
15.4. <i>Pezotettix giornae</i>	64
15.5. <i>Heteracris annulosa</i>	65
15.6. <i>Heteracris littoralis</i>	66
15.7. <i>Eyrepocnemis plorans</i>	67
15.8. <i>Anacridium aegyptium</i>	68
15. <i>Acrotylus patruelis</i>	69
15.10. <i>Acrotylus longipes</i>	70
15.11. <i>Acrotylus insubricus</i>	71
15.12. <i>Oedipoda caerulescens sulfurescens</i>	72
15.13. <i>Oedipoda fuscocincta</i>	73
15.14. <i>Thalpomena algeriana</i>	74
15.15. <i>Locusta migratoria cinerascens</i>	75
15.16. <i>Calliptamus barbarus</i>	76
15.17. <i>Dociostaurus jagoi jagoi</i>	77
15.18. <i>Ochridia filicornis</i>	78
15.19. <i>Truxalis annulata</i>	79
15.20. <i>Ocneridia volxemii</i>	80
15.21. <i>Pamphagus elephas</i>	81
II. Discussion.....	82
Conclusion.....	93
Références bibliographiques.....	95
Publication scientifique.....	108
Annexes	
Résumés	

Liste des figures

Figure 1- Suerfamilles de Caelifères présentes en Algérie	7
Figure 2- Familles d'Acridoidea d'Algérie	8
Figure 3- Sous-familles d'Acrididae d'Algérie.....	9
Figure 4- Morphologie externe d'un acridien	11
Figure 5- Structure de la tête d'un acridien	
a- En vue de face.....	11
b- En vue latérale	11
c- Différents profils de la tête.....	11
Figure 6- Structure générale du pronotum.....	12
Figure 7- Disposition des carènes latérales.....	12
Figure 8- Extrémité abdominale d'un Caelifère	
a- Femelle.....	13
b- Male	13
Figure 9- Succession des états biologiques d'un Caelifère	14
Figure 10- Situation géographique de la région d'étude	21
Figure 11- Températures mensuelles moyennes dans les trois stations de la zone Ouest de la Kabylie des Babors de 2004 à 2014	23
Figure 12- Relevés pluviométriques dans les trois stations de la zone Ouest de la Kabylie des Babors de 2004 à 2014	24
Figure 13- Températures mensuelles moyennes dans les trois stations de la zone Sud de la Kabylie des Babors de 2004 à 2014	26
Figure 14- Relevés pluviométriques dans les trois stations de la zone Sud de la Kabylie des Babors de 2004 à 2014	26
Figure 15- Températures mensuelles moyennes dans les trois stations de la zone Est de la Kabylie des Babors de 2004 à 2014	28
Figure 16- Relevés pluviométriques dans les trois stations de la zone Est de la Kabylie des Babors de 2004 à 2014	29
Figure 17- Situation des stations d'étude sur le climagramme d'Emberger.....	30
Figure 18- Station Amridj.....	31

Figure 19- Station Afra.....	32
Figure 20- Station Senadla.....	33
Figure 21- Station Oued-Bared.....	33
Figure 22- Station Amoucha.....	34
Figure 23- Station Ain-Roua.....	35
Figure 24- Station Sidi-Abdelaziz.....	35
Figure 25- Station Sidi-Marouf.....	36
Figure 26- Station El-Milia.....	36
Figure 27- Station Kaous.....	37
Figure 28- Station Djimla.....	38
Figure 29- Station Ferdjioua.....	39
Figure 30- Températures mensuelles moyennes dans les trois stations de la région de Jijel de 1985 à 2013.....	39
Figure 31- Relevés pluviométriques dans les trois stations de la région de Jijel de 1985 à 2013.....	43
Figure 32- Extrémité abdominale d' <i>Ochrilidia filicornis</i>	40
Figure 33- Epiphalle d'un Pamphagidae.....	44
Figure 34- Epiphalle d'un Acrididae.....	44
Figure 35- Diagramme de l'arbre hiérarchique ascendante pour trois zones géographiques, Ouest, Sud et Est dans la Kabylie des Babors.....	56
Figure 36- Influence de l'altitude sur les richesses spécifique, totale et moyenne dans trois stations dans la région de Jijel.....	57
Figure 37- Indices de Shannon et de Pielou.....	57
Figure 38- Modèles de distribution d'abondance des espèces acridiennes dans trois stations à différentes altitudes à Jijel.....	58
Figure 39- Analyse factorielle des correspondances de la distribution altitudinale des acridiens.....	59
Figure 40- <i>Acrida turrita</i>	61
Figure 41- <i>Aiolopus strepens</i>	62
Figure 42- <i>Aiolopus puissant</i>	63
Figure 43- <i>Pezotettix giornae</i>	64
Figure 44- <i>Heteracris annulosa</i>	65
Figure 45- <i>Heteracris littoralis</i>	66

Figure 46- <i>Eyprepocnemis plorans</i>	67
Figure 47- <i>Anacridium aegyptium</i>	68
Figure 48- <i>Acrotylus patruelis</i>	69
Figure 49- <i>Acrotylus longipes</i>	70
Figure 50- <i>Acrotylus insubricus</i>	71
Figure 51- <i>Oedipoda caerulescens sulfurescens</i>	72
Figure 52- <i>Oedipoda fuscocincta</i>	73
Figure 53- <i>Thalpomena algeriana</i>	74
Figure 54- <i>Locusta migratoria cinerascens</i>	75
Figure 55- <i>Calliptamus barbarus</i>	76
Figure 56- <i>Dociostaurus jagoi jagoi</i>	77
Figure 57- <i>Ochridia filicornis</i>	78
Figure 58- <i>Truxalis annulata</i>	79
Figure 59- <i>Ocneridia volxemii</i>	80
Figure 60- <i>Pamphagus elephas</i>	81

Liste des tableaux

Tableau 1. Composition de l'orthoptérofaune de la Kabylie des Babors	49
Tableau 2- Fréquences relatives des sous-familles acridiennes dans les trois zones	50
Tableau 3. Fréquences relatives des espèces dans les milieux d'étude	51
Tableau 4. Constance des espèces acridiennes dans les milieux étudiés.....	53
Tableau 5. Richesse totale et moyenne dans les milieux étudiés	54
Tableau 6. Indices de diversité de Shannon (H) et d'équitabilité de Pielou pour les zones d'étude	55
Tableau 7. Matrice de similarité de trois zones géographiques, Ouest, Sud et Est dans la région de la Kabylie des Babors	56
Tableau 8. Corrélacion entre la diversité acridienne et l'altitude	60
Tableau 9. Corrélacion entre l'abondance et l'altitude	60

Introduction

Les Orthoptères Caelifères sont parmi les insectes les plus diversifiés (Latchihinsky *et al.*, 2011). Leur importance économique n'est plus à démontrer puisqu'ils peuvent causer des dégâts considérables aux cultures. Ils sont non seulement les ennemis les plus redoutables de l'homme depuis l'apparition de l'agriculture mais aussi des bio-indicateurs importants de la santé des écosystèmes en raison de leurs préférences spécifiques en matière d'habitat et de leur sensibilité à tout changement dans leurs biotopes (Cigliano *et al.*, 2011) et de leur réaction rapide aux changements environnementaux (Schowalter, 2011). En outre, Ils sont considérés aussi comme bio-indicateurs des stades de succession des prairies steppiques en Europe centrale (Fartmann *et al.*, 2012). La plupart d'entre eux sont très mobiles et peuvent choisir une grande variété de micro-habitats potentiels (Prendini *et al.*, 1996). Comme d'autres arthropodes, ils sont parmi les insectes qui sont faciles à collecter et à identifier car ils fournissent des échantillons de taille importante qui facilitent les analyses statistiques (Williams & Gaston, 1994). Selon leur capacité de passer d'une phase solitaire à une phase grégaire, ils sont appelés locustes quand ils peuvent grégariiser et sautériaux quand ils ne le peuvent pas. Les locustes comprennent une douzaine d'espèces parmi lesquels le criquet pèlerin (*Shistocerca gregaria*, Forskål, 1775), le criquet migrateur (*Locusta migratoria*, Linnaeus 1758) et le criquet marocain (*Dociostaurus maroccanus*, Thunberg, 1815) qui existent en Algérie. Ils se distinguent des sautériaux par leur capacité de passer d'une phase solitaire à une phase grégaire (polymorphisme phasaire).

Ces espèces peuvent former des essaims de plusieurs dizaines de millions d'individus. Lorsqu'elles s'abattent sur une région elles ravagent en quelques heures les feuilles et parfois même les tiges et les racines des végétaux. En Algérie en 1867, l'invasion de criquets provoqua une grande famine d'une part et, d'autre part causa la mort de 500.000 personnes (Villeneuve & Désiré, 1965).

Les sautériaux comprennent les espèces non-grégariaptées qui peuvent pulluler et causer parfois des dégâts importants sur les cultures. A titre d'exemple *Calliptamus barbarus* (Costa, 1836), espèce géophile qui fréquente les milieux cultivés, les friches et les garrigues ouvertes y compris les jachères (Benzara, 2004). De même *Ocneridia volxemii* (Bolivar, 1878), espèce phytophile et fréquente les friches bordées de céréales (Bounechada & Doumandji, 2011).

En Algérie, la faune acridienne reste peu connue et constitue matière à beaucoup d'autres recherches aussi bien sur le plan systématique que biologique et écologique. Il est admis que l'identification des espèces constitue le premier pas vers une meilleure connaissance de

celles-ci (Braud *et al.*, 2002), ce qui permet d'établir des stratégies de lutte préventive contre les déprédateurs (Lecoq, 1989).

L'ouvrage de Chopard (1943) intitulé « *Orthoptéroïdes de l'Afrique du nord* » reste l'une des meilleures références pour la faune orthoptérique de l'Afrique du Nord en général, et d'Algérie en particulier dans la mesure où il donne des clés d'identification des espèces acridiennes inféodés au pays, mais depuis son apparition plusieurs genres et familles ont été modifiés. A titre d'exemple, Eades (2000) signale qu'au sein des Acridoidea une nouvelle sous-famille, les Pyrgacridinae, est incluse dans les Pyrgomorphidae et la sous-famille des Lithidinae est élevée au rang de famille au sein des Acridoidea. Les Dericorythinae, Conophyminae et la nouvelle sous-famille des Iranellinae qui appartenaient aux Acrididae, sont placées dans la Famille des Dericorythidae alors que les Illapeliinae sont rattachées aux Ommexechidae. Les Marelinae, reconnue comme nouvelle sous-famille au sein des Acrididae. Par contre, les Catantopinae sont incorporées dans les Pezotettiginae. Partant de cela, l'actualisation de la taxonomie des Caelifères d'Algérie montre la présence de 154 espèces réparties en 4 familles : Les Charilaidae, les Pamphagidae, les Pyrgomorphidae et les Acrididae (Cigliano *et al.*, 2019).

Il est connu que les caractères morphologiques ont longtemps été les seuls critères utilisés pour différencier les espèces. Mais ils restent d'actualité encore aujourd'hui en tant que première approche. Dans le cas d'insectes dont la morphologie externe est similaire, on fait appel aux génitalia qui sont souvent les seuls critères qui permettent de séparer les espèces d'une manière plus ou moins sûre (Song, 2006). D'après Song & Bucheli (2010), les caractéristiques des structures génitales donnent également des informations phylogénétiques dans la formation des clades.

C'est au début du 20^e siècle que les génitalia mâles ont commencé à être utilisés comme outils dans la systématique des insectes (Eberhard, 1985). Chez la plupart des insectes, les génitalia femelles sont relativement uniformes et n'ont aucun intérêt systématique (Song, 2006). Chez les acridiens, les systématiciens ont commencé à utiliser les structures génitales à partir de 1930 dès lors que les Acridoidea possèdent des structures génitales aussi différentes les unes que les autres (Song, 2004). En effet Dirsh (1956) a établi une nouvelle classification des Acridoidea sur la base du complexe phallique.

Dans le même ordre d'idées, les structures génitales internes sont d'excellents caractères taxonomiques car ils sont moins exposés aux pressions sélectives de l'environnement et sont donc plus stables que les caractères externes (Song & Marino-Perez, 2013; Kumar *et al.*,

2014). En Algérie, la plupart des études sur la systématique des orthoptères en général et des Caelifères en particulier, se sont basées exclusivement sur les caractères morphologiques externes. Ainsi, nous-avons jugé utile de se baser sur les structures génitales mâles pour l'identification des espèces inventoriées lors de nos prospections sur le terrain : il s'agit de la plaque supra-anale, la plaque sous-génitale et l'épiphalle. En raison de l'absence complète des travaux sur les caelifères en Kabylie des Babors, nous nous sommes fixés pour objectif d'inventorier les espèces existantes dans la région ainsi que leur identification sur la base des genitalia mâles et de nouveaux caractères morphologiques s'ils existent. En outre, l'étude écologique des Caelifères consiste à mettre en évidence l'effet de l'altitude sur l'abondance et la diversité des espèces acridiennes sachant que la région se caractérise par un relief très accidenté comportant des vallées, bassins versants et des sommets qui peuvent dépasser 1000 m d'altitude.

CHAPITRE I

TAXONOMIE ET CARACTERES MORPHOLOGIQUES DES ORTHOPTERES

I. TAXONOMIE DES ORTHOPTERES

1. Généralités

Le mot Orthoptera est composé de deux racines étymologiques d'origine grecque : orthos = droit et pteron = aile. Ce sont des insectes très anciens et leur apparition remonte à 250 millions d'années (Song *et al.*, 2015). Ils appartiennent au groupe des hémimétaboles, insectes caractérisés par leur métamorphose incomplète (Bellmann & Luquet, 1995). Ils se caractérisent par des ailes postérieures membraneuses qui se replient en éventail selon certaines nervures longitudinales et ils sont doués pour le saut grâce à des pattes postérieures bien développées (Appert & Deuse, 1982). L'ordre des Orthoptères comprend deux sous-ordres : les Caelifères et les Ensifères (Dirsh, 1965). Ces derniers ne feront pas l'objet de notre étude.

Les Caelifères se distinguent par des antennes courtes et multiarticulées et des valves génitales des femelles robustes et courtes. L'organe de stridulation du mâle est constitué par une crête du fémur postérieur frottant sur une nervure intercalaire des élytres. Les organes tympaniques sont situés sur les côtés du premier segment abdominal. Les œufs sont pondus en masse, enrobés ou surmontés de matière spumeuse, et enfouis dans le sol par la pénétration presque totale de l'abdomen, quelques espèces de forêts déposent leurs œufs sur les feuilles. Le régime alimentaire est phytophage. Ils ont un pronotum et des élytres bien développés et ils présentent une grande diversité de taille, de forme et de couleur (Appert & Deuse, 1982).

2. Phylogénie des Orthoptères

Le premier qui a étudié la faune des Orthoptères de l'Afrique du Nord est Chopard (1943). Son ouvrage « *Orthoptéroïdes de l'empire français de l'Afrique du nord* » est une précieuse référence pour la détermination des acridiens, mais depuis son apparition plusieurs genres ont été révisés et la classification des Orthoptères a subi plusieurs remaniements et des nouvelles espèces ont été décrites (Louveaux et Benhalima, 1987). Selon cette nouvelle classification, les Orthoptéroïdes se subdivisent en 5 ordres : Les Dictyoptères comprennent deux familles : les Blattidae et les Mantidae. Les Dermaptères sont constitués par les forficules ou perce-oreilles, Les Phasmoptères correspondent aux phasmes, Les Isoptères regroupent les termites,

Les Orthoptères sont représentés par les sauterelles et les criquets. Les memes auteurs notent que la classification des Orthoptères la plus admise est celle de Dirsh (1965) modifiée par Uvarov (1966).

D'après Duranton *et al.* (1982) le sous-ordre des Caelifères se divise en trois superfamilles : les Tridactyloidea, les Acridoidea et les Tetrigoidea.

La classification des Caelifères de Flook *et al.*, (1999) est basée sur la phylogénie moléculaire et elle divise ce sous ordre en 8 Superfamilles, 27 familles, 89 sous-familles et plus de 2300 genres. Les Acridoidea est la super famille la plus importante avec 9 familles et la famille la plus importante est celle des Acrididae avec 30 sous familles.

La classification la plus récente est celle d'Eades *et al.* (2014) qui divise l'ordre des Orthoptères en deux sous-ordres : les Ensifères et les Caelifères.

Le sous-ordre des Caelifères est divisé en trois super-familles : les Tridactyloidea, les Tetrigoidea et les Acridoidea.

2.1. Superfamille des Tridactyloidea

Les Tridactyloidea sont de couleur sombre et une taille réduite. Ils portent sur les tibias postérieurs des expansions tégumentaires en lames au lieu d'épines couramment observées. Les femelles n'ont pas d'oviscape bien développé ; leurs fémurs postérieurs sont assez développés. Cette superfamille regroupe une cinquantaine d'espèces connues (Duranton *et al.*, 1982) (Figure 1a).

2.2. Superfamille des Tetrigoidea

Ils se caractérisent par un pronotum longuement prolongé en arrière, et des élytres réduits à des petites écailles latérales. De petite taille et de couleur sombre, ils vivent dans des sols plutôt humides où la végétation n'est pas très dense.

Ils sont actifs durant la journée et paraissent très dépendants de la température ambiante. Les adultes ne produisent aucun son modulé audible et ne possèdent pas d'organes auditifs. Les œufs sont pondus en grappes dans le sol, collés les uns aux autres, mais sans enveloppe protectrice de matière sumeuse (Duranton *et al.*, 1982) (Figure 1b).

2.3. Superfamille des Acridoidea

Ils sont caractérisés par un pronotum relativement court et des élytres bien développés. Leur taille, forme et couleur du corps sont très variables (Figure 1c). Beaucoup d'espèces

strident, le son est produit par le frottement des pattes postérieures sur une nervure des élytres.

Les femelles pondent leurs œufs en grappes dans le sol ou à la base des touffes d'herbes sous forme d'oothèques. Les œufs sont souvent enrobés de matière spumeuse et surmontés d'un bouchon de la même substance (Duranton *et al.*, 1982). Cette superfamille est composée de quatorze familles (Duranton *et al.*, 1982) renfermant 28.419 espèces (Cigliano *et al.*, 2019). Il s'agit des Eumastacidae, Proscopidae, Tenaoceridae, Pneumoridae, Xyronotidae, Trigonopterygidae, Lathiceridae, Charilaidae, Pamphagidae, Pyrgomorphidae, Ommexechidae, Lentulidae, Pauliniidae et Acrididae. Cigliano *et al.* (2019) signalent que quatre familles d'entre elles concernent l'Afrique du nord, ce sont les Charilaidae (Figure 2a), les Pamphagidae (Figure 2b), les Pyrgomorphidae (Figure 2c) et les Acrididae (Figure 2d).

2.3.1. Famille des Pyrgomorphidae

Les Pyrgomorphidae sont de taille moyenne et possèdent presque toujours des ailes. Le lobe basal inférieur du fémur postérieur est aussi long que le lobe supérieur. Cette famille se divise en trois Sous-familles (Duranton *et al.*, 1982) .

2.3.2. Famille des Pamphagidae

Les espèces ont une assez grande taille. Elles se caractérisent par une tête conique aigue et des ailes atrophiées. Cette famille comprend cinq sous-familles qui sont : les Akicerinae, les Echinotropinae, les Pamphaginae, les Porthetinae et les Trinchinae (Eades *et al.*, 2011).

2.3.3 Famille des Charilaidae

Les Charilaidae se distinguent par une carène médiane du pronotum simple, une tête de forme variable mais non en cône aigue. Cette famille est mal connue en Algérie et ne présente pas de Sous-familles.

2.3.4. Famille des Acrididae

La famille des Acrididae est économiquement importante de par les dégâts qu'elle provoque sur les cultures d'une part, et d'autre part par la diversité de ses 6700 espèces (Song *et al.*, 2018) et de ses treize sous-familles: les Dericorythinae (Figure 3a), les Hemicridinae (Figure 3b), les Tropicopolinae (Figure 3c), les Calliptaminae (Figure 3d), les Eyprepocnemidinae (Figure 3e), les Pezotettiginae (Figure 3f), les Cyrtacanthacridinae (Figure 3g), les Egnatiinae (Figure 3h), les Acridinae (Figure 3i), les Oedipodinae (Figure 3j), les Gomphocerinae (Figure 3k), les Truxalinae (Figure 3l) et les Eremogryllinae (Figure 3m).



a : Tridactyloidea



b : Tetrigoidea

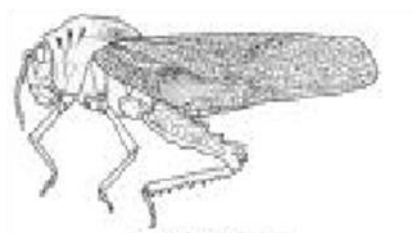


c : Acridoidea

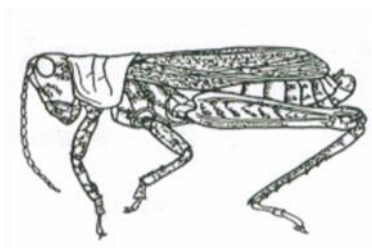
Figure 1. Superfamilles de Caelifères présentes en Algérie
(FAO, 2011)



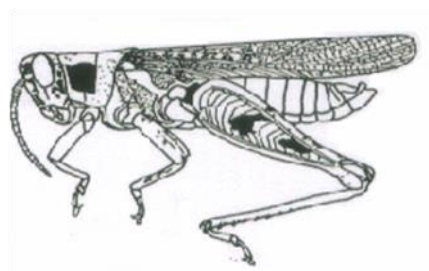
a - Charilaidae



b - Pamphagidae

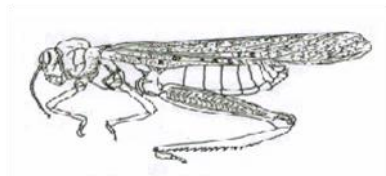


c - Pyrgomorphidae

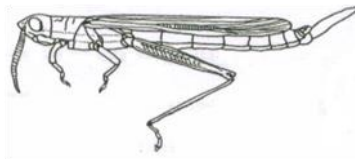


d - Acrididae

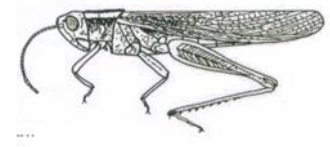
Figure 2. Familles d'Acridoidea d'Algérie (Duranton *et al.*, 1982)



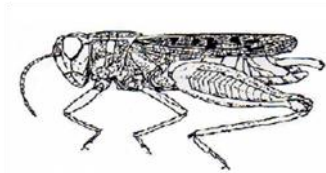
a - Dericorythinae



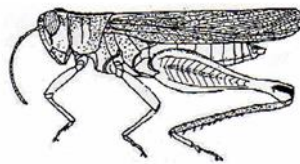
b - Hemiacridinae



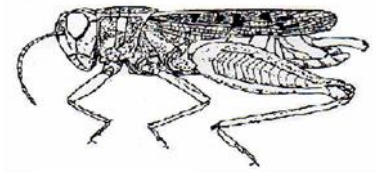
c - Tropidopolinae



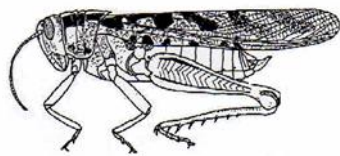
d - Calliptaminae



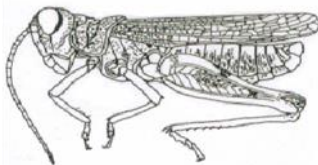
e - Eyprepocnemidinae



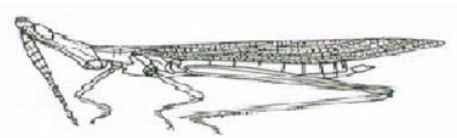
f - Pezotettiginae



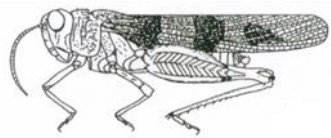
g - Cyrtacanthacridinae



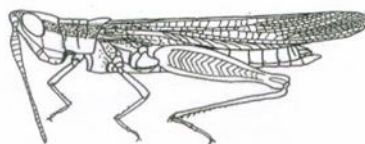
h - Egnatiinae



i - Acridinae



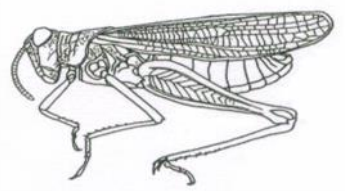
j - Oedipodinae



k - Gomphocerinae



l - Truxallinae



m - Eremogryllinae

Figure 3. Sous-familles d'Acrididae d'Algérie
(Duranton *et al.*, 1982)

II. CARACTERES MORPHOLOGIQUES

1. Description de l'adulte

Le corps des orthoptères est divisé en trois parties ou tagmes: la tête, le thorax et l'abdomen. Les caractéristiques morphologiques (Figure 4) de la tête, des différentes parties du thorax (pronotum, mesosternum, élytres, ailes membraneuses) et les éléments des pattes et de l'abdomen sont les principaux caractères sur lesquels s'appuie la systématique des Caelifères (Mestre, 1988 ; Doumandji & Doumandji - Mitiche, 1994).

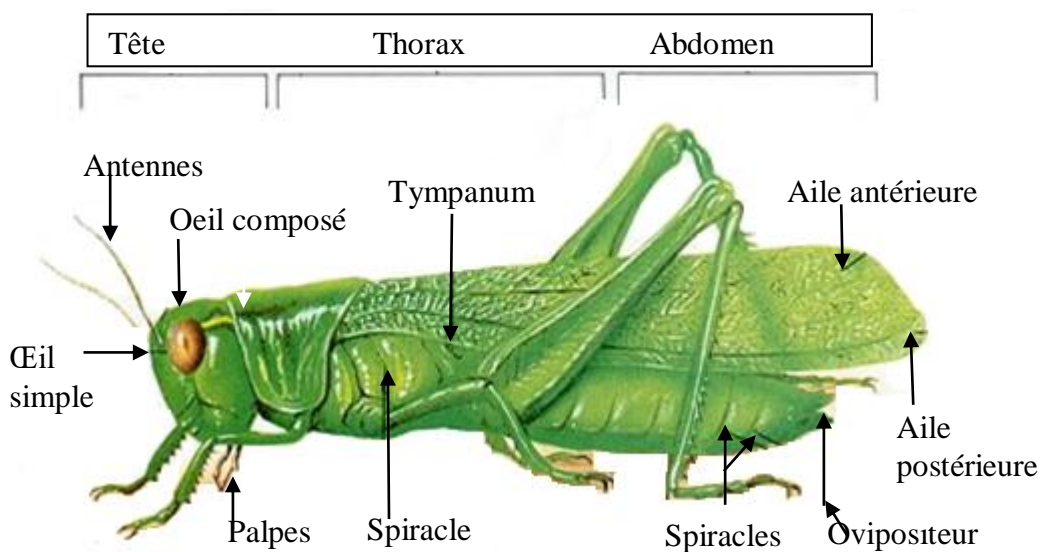
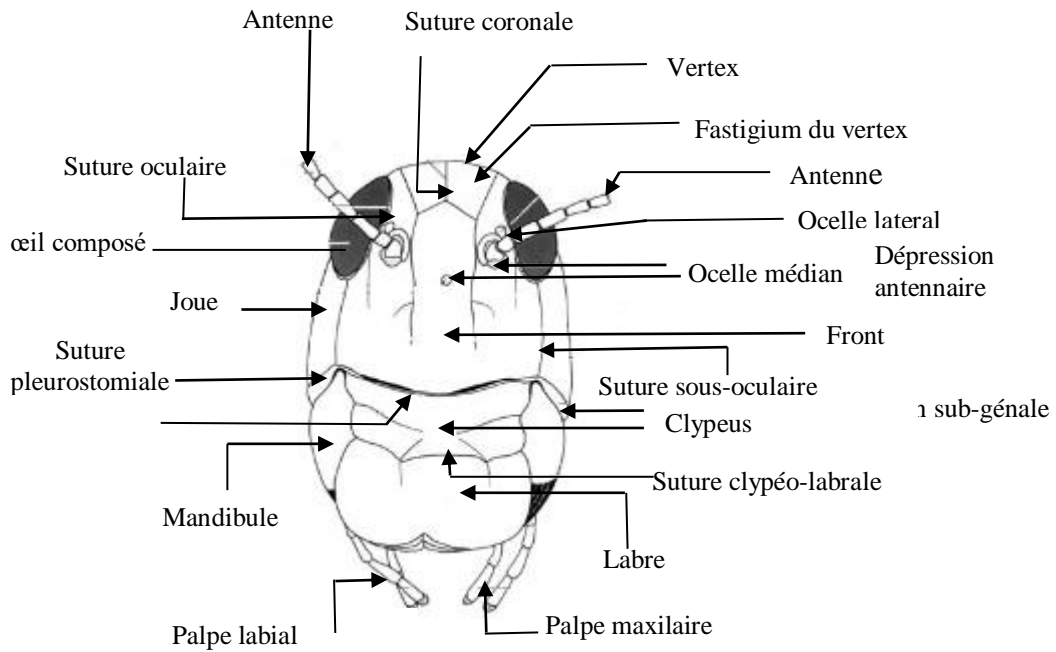


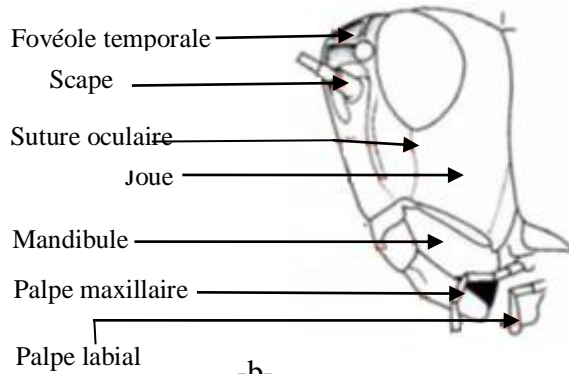
Figure 4. Morphologie externe d'un acridien (Cherukuri, 2010)

1.1. Tête

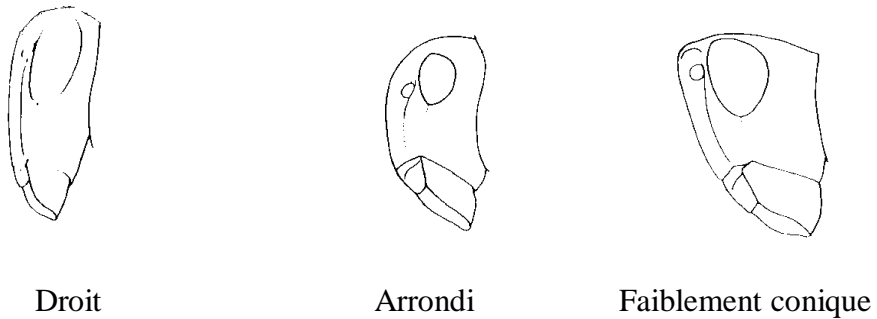
La tête porte les pièces buccales, les yeux et les antennes (Figure 5a et 5b). Ces dernières jouent un rôle important dans l'orientation, la sélection des aliments et le choix des sites de ponte (Chen *et al.*, 2003). La forme de la tête est un des critères de distinction entre différents groupes d'orthoptères et l'orientation de la capsule céphalique des orthoptères est de type orthognathe (Doumandji & Doumandji-Mitiche, 1994). L'angle formé par l'axe longitudinal du corps et par celui de la tête se rapproche de 90°, il varie selon les genres de moins 30° jusqu'à plus de 90° (Figure 5c) (Bellmann & Luquet, 1995).



-a-



-b-



-c-

Figure 5. Structure de la tête d'un acridien (Mestre, 1988)
 a : Vue de face, b : Vue latérale, c : Différents profils de la tête

1.2. Thorax

Le thorax porte les organes de locomotion, trois paires de pattes et deux paires d'ailes et il se compose de trois segments : le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Le prothorax porte les pattes antérieures et se caractérise par le développement de sa partie dorsale qui recouvre les faces latérales du corps constituant le pronotum (Figure 6) (Mestre, 1988). La forme de ce dernier est très importante dans la description systématique notamment par la présence de carènes latérales et médianes qui peuvent se présenter sous plusieurs variantes (Figure 7) (Mestre, 1988).

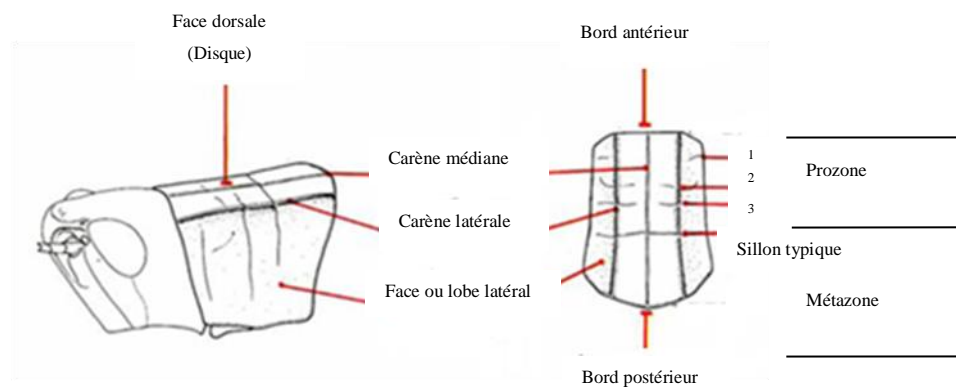


Figure 6. Structure générale du pronotum (Mestre, 1988)

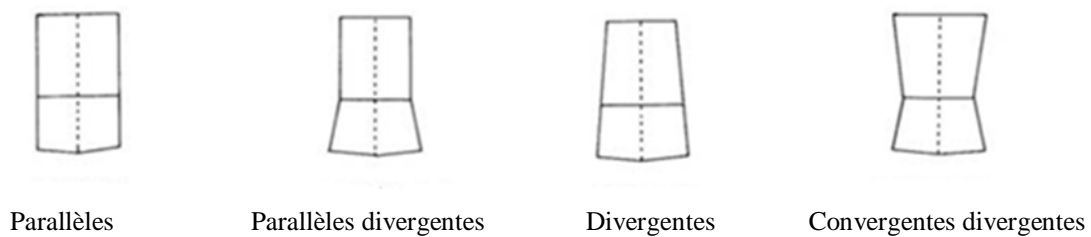


Figure 7. Disposition des carènes latérales (Mestre, 1988)

1.3. Abdomen

L'abdomen correspond à la région postérieure du corps de l'insecte. Il contient une grande partie de l'appareil digestif et l'appareil reproducteur. Il est composé de onze segments, les dix premiers sont divisés dorsalement en dix tergites et ventralement en neuf sternites chez les

mâles et huit chez les femelles. La majeure partie des segments abdominaux n'offre aucun intérêt particulier. La partie la plus intéressante est l'extrémité abdominale qui permet de différencier facilement les sexes et fournit chez les mâles un ensemble de caractères très utiles pour la détermination (Figure 8a et 8b) (Mestre, 1988).

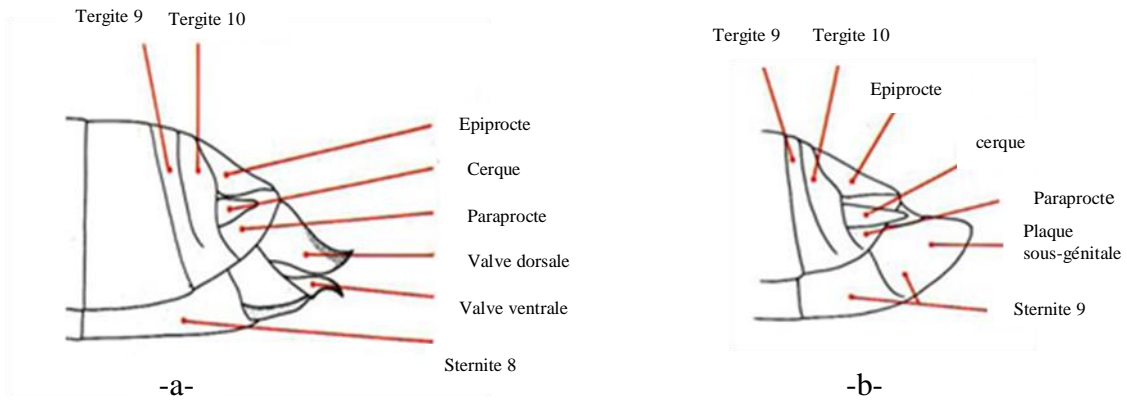


Figure 8. Extrémité abdominale d'un Caelifère : femelle (a) ; mâle (b)
(Mestre, 1988)

CHAPITRE II

CARACTERES BIO ECOLOGIQUES DES CAELIFERES

1. Caractéristiques bioécologiques

1.1. Etats biologiques des caelifères

La majorité des acridiens se développent, s'accouplent et pondent durant la belle saison. Ils disparaissent dès l'apparition du froid. Cependant le climat doux de l'Afrique du nord permet à beaucoup d'espèces de persister tard à l'arrière saison tandis que certains se retrouvent à l'état adulte durant presque toute l'année (Chopard, 1943). Les acridiens passent par trois états biologiques au cours de leur vie (Figure 9):

- ❖ L'état embryonnaire : l'œuf.
- ❖ L'état larvaire : la larve.
- ❖ L'état imaginal : l'ailé ou l'imago (Duranton & Lecoq, 1990).

Le terme adulte est réservé aux individus physiologiquement capables de se reproduire (Appert & Deuse, 1982).

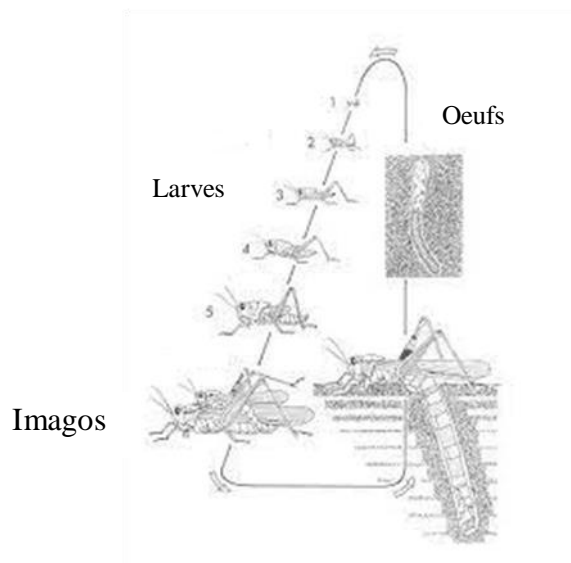


Figure 9. Succession des états biologiques d'un Caelifère
(Duranton *et al.*, 1982)

1.2. Embryogénèse

La majorité des criquets déposent leurs œufs dans le sol (Popov *et al.*, 1990). La femelle commence à déposer ses œufs qui sont agglomérés dans une sécrétion spumeuse ou oothèque qui durcit, affleurant presque à la surface du sol. Ces œufs sont enfouis dans le sol grâce à la pénétration presque totale de l'abdomen (Bellmann & Luquet, 1995). Le taux de multiplication des populations est conditionné essentiellement par la fécondité des femelles (Duranton *et al.*, 1979) qui dépend du nombre d'œufs/ponte, du nombre de pontes et surtout du nombre de femelles qui participent à la ponte en un site donné (Launois, 1974). Cette fécondité augmente en période humide et diminue en période sèche (Launois - Luong, 1979). Elle augmente aussi avec le poids corporel et diminue avec la taille (Honek, 1993). Le nombre d'œufs dans une oothèque est très variable, il va d'une dizaine à près de cent suivant les espèces (Grassé, 1949). Louveaux *et al.*, (1996) signalent que les oothèques de *Calliptamus wattenwylanus* sont grandes et dures contrairement à celles de *Dociostaurus jagoi jagoi* qui sont petites.

1.3. Développement larvaire

Le développement larvaire a lieu au printemps qui est marquée par l'abondance de la végétation, les criquets bénéficieront d'un taux de survie élevé et donc d'un potentiel de reproduction important (El - Ghadraoui *et al.*, 2003).

Les larves vivent dans la végétation à la surface du sol (Duranton *et al.*, 1982). Elles passent de l'éclosion à l'état imaginal par plusieurs stades en nombre variable selon les espèces. Chaque stade est séparé du suivant par le phénomène de mue au cours duquel la larve change de cuticule et augmente en volume (Lecoq & Mestre, 1988).

1.4. Développement imaginal

L'apparition du jeune imago, dont les téguments sont mous, surgit directement après la dernière mue larvaire. Quelques jours après s'effectuera le durcissement cuticulaire (Allal - Benfekih, 2006). L'éclosion des juvéniles est généralement suivie d'une dispersion des individus qui recherchent activement une ressource trophique convenable (LeGall, 1989). Au cours de leur vie, les imagos passent par trois étapes de développement, les périodes pré reproductive, reproductive et post reproductive (Allal - Benfekih, 2006).

1.5. Nombre de générations

Une génération correspond à la succession des états qui relient un œuf de la génération parentale à un œuf de la génération fille (Appert & Deuse, 1982). Le nombre de générations annuelles qu'une espèce peut présenter correspond au voltinisme, ce nombre est variable selon les espèces, la région et les conditions météorologiques (Uvarov, 1977). Selon le nombre de générations, Appert & Deuse (1982) ont classé les acridiens en :

- ❖ Espèces à une génération biannuelle avec arrêt de développement.
- ❖ Espèces à une génération annuelle avec arrêt de développement embryonnaire et imaginal.
- ❖ Espèces à deux générations annuelles sans arrêt de développement, avec arrêt de développement embryonnaire ou arrêt de développement imaginal.
- ❖ Espèces à trois générations annuelles sans arrêt de développement, avec arrêt de développement embryonnaire ou imaginal
- ❖ Espèces à quatre ou cinq générations annuelles sans arrêt de développement.

Certaines espèces acridiennes arrivent à effectuer cinq générations au maximum en une année alors que d'autres effectuent leur cycle de vie complet en deux ans au minimum particulièrement dans les régions froides ou très arides. En zone tropicale sèche, les acridiens présentent en majorité une à trois générations par an (Duranton *et al.*, 1982).

2. Influence des facteurs écologiques

2.1. Action de la température

La température est un facteur écologique essentiel puisque son influence se fait sentir de façon constante sur les œufs, les larves et les adultes (Raccaud - Schoeller, 1980). Les acridiens, comme tous les insectes, sont des poïkilothermes ; leur température du corps est variable et dépend de la température ambiante. Les possibilités de régulation sont faibles, bien que leur température interne puisse, par insolation directe, dépasser de 10° à 15° la température externe. Ils parviennent à limiter les variations de température interne grâce à des adaptations comportementales :

- ❖ Recherche d'un abri dans les fentes du sol, à l'ombre des arbres, dans les touffes de végétation.
- ❖ Utilisation sélective des plages d'ombre et de soleil.
- ❖ Changement d'orientation du corps par rapport aux rayons incidents du soleil.
- ❖ Agitation des ailes sur place.

- ❖ Mouvements musculaires ou respiratoires spéciaux.

La température module l'activité générale, la vitesse de développement et le taux de mortalité. Son action finale porte sur la distribution géographique des espèces. C'est un facteur discriminant majeur, car tant qu'elle n'a pas atteint un seuil minimal, l'acridien ne peut pas réagir aux autres facteurs de son environnement. Un optimum thermique propre à chaque acridien est fonction de l'âge et du sexe. Il peut varier selon le type de l'activité : marche, vol, alimentation, accouplement, ponte (Duranton *et al.*, 1982).

2.2. Action de la lumière

Au même titre que la température, la lumière joue un rôle important dans les phénomènes écologiques. Sa durée contrôle l'ensemble du cycle vital des espèces animales (phénomène d'hibernation ou de diapause, maturité sexuelle) (Ramade, 1984). Toutefois, son rôle reste secondaire comparé à l'action de la température (Chararas, 1980). La lumière agit sur le tonus général, le comportement, la physiologie de reproduction selon ses caractéristiques propres et la sensibilité des espèces animales réceptrices. En général, les acridiens sont attirés par les sources lumineuses mais des différences importantes sont observées en fonction des espèces, du sexe et de l'état physiologique des individus (Duranton *et al.*, 1982).

2.3. Action de l'eau

L'eau constitue le premier facteur déterminant la distribution géographique des acridiens (Lecoq, 1978), elle exerce une influence directe ou indirecte sur les œufs, les larves et les ailés. Les effets directs se résument dans le fait que les œufs ont besoin d'absorber de l'eau dans les heures et les jours qui suivent la ponte et que les larves et les ailés recherchent une ambiance hydrique leur permettant de satisfaire leur équilibre interne en eau (Duranton *et al.*, 1982).

Les effets indirects concernent l'alimentation des acridiens qui est quasi totalement végétale, les criquets équilibrent avec plus ou moins de facilité leur balance hydrique interne par voie alimentaire. Chaque espèce a ses exigences écologiques et peut donc se montrer plus ou moins dépendante des facteurs de l'environnement, mais cet apport d'eau par voie alimentaire est généralement vital pour les larves et les ailés. On distingue trois groupes d'espèces:

- ❖ Les espèces hygrophiles recherchant les milieux humides.
- ❖ Les espèces mésophiles ayant une préférence pour les milieux d'humidité moyenne.

Les espèces xérophiles vivant dans les milieux secs. Mais il existe des espèces qui recherchent un milieu intermédiaire (Duranton *et al.*, 1982).

Merton (1959) in Louveaux *et al.*, (1996) suggère que le choix d'un site de ponte est conditionné par la microtopographie du sol et la mosaïque des plantes.

2.4. Action du sol

Le sol en tant que facteur édaphique est un élément permanent de l'environnement de l'acridien. Il constitue le milieu ambiant de développement des œufs de la plupart des acridiens et il est le support normal des plantes dont les larves et les ailés se nourrissent. Il a donc une influence directe sur la vie des criquets au niveau des œufs et indirecte au niveau des larves et des ailés. Chaque espèce a ses propres critères d'appréciation de la qualité des sols, en rapport avec ses exigences et ses tolérances écologiques. Le sol joue un rôle sur l'ensemble des états biologiques d'une même espèce, d'abord comme site de ponte, ensuite comme site d'éclosion et enfin comme site de dispersion (Duranton *et al.*, 1982). C'est grâce à l'humidité du sol que la ponte puisse avoir lieu, elle constitue donc un facteur limitant pour cette dernière car sans elle la ponte n'aura pas lieu ou les œufs risquent de périr inéluctablement (Dajoz, 1971). Merton (1959) in Louveaux *et al.*, (1996) suggère que le choix d'un site de ponte est conditionné par la microtopographie du sol et la mosaïque des plantes. Les fortes densités des populations acridiennes durant les années de sécheresse sont dues à la faible mortalité des œufs qui sont très sensibles à un excès d'humidité. En effet, les expériences d'élevage montrent que l'humidité du sable des pondoirs ne doit pas excéder 5% pour éviter le pourrissement des œufs ou leur attaque par les moisissures (Louveaux *et al.*, 1988).

2.5. Action des substances chimiques

Des substances chimiques diverses jouent un très grand rôle à tous les niveaux de la vie des acridiens. Elles déclenchent, entretiennent, ralentissent, inhibent, exacerbent, la croissance, le développement, les différentes séquences du comportement.

Deux catégories de substances sont à distinguer :

- ❖ Les substances produites par l'acridien.
- ❖ Les substances chimiques présentes dans le milieu externe.

L'action des substances chimiques sur les acridiens est illustrée par trois exemples :

- ❖ La recherche et la sélection de la nourriture.
- ❖ Le rapprochement des sexes.
- ❖ La ponte (Duranton *et al.*, 1982).

2.6. Action de la végétation

Les acridiens sont exclusivement phytophages (Boué & Chanton, 1971) et consomment en grosse majorité les Graminées (Barataud, 2003). La mise en place des adaptations écologiques des acridiens dépend principalement de l'environnement végétal (LeGall & Gillon, 1989). Les acridiens trouvent dans la végétation abri, perchoir et nourriture (LeGall, 1997). Trois facteurs de différenciation interviennent dans la perception du tapis végétal :

- ❖ Sa composition floristique (espèces végétales présentes).
- ❖ Sa structure (pelouse, prairie, savane, steppe, forêt).
- ❖ Son état phénologique (germination, feuillaison, floraison).

Le tapis végétal offre des conditions de vie différentes du milieu ambiant, à micro-échelle. L'acridien y trouve généralement une température et une humidité relative différentes, des alternances de plages d'ombre et de soleil, un abri contre le vent ou la pluie, des supports pour la rosée qu'il lui arrive de boire à l'aube.

Le rôle de perchoir est plus ou moins important pour les espèces selon que celles-ci préfèrent être au sol (géophiles) ou dans la végétation (phytophiles), sur les plantes basses (herbicoles) ou dans les arbres (arboricoles). Dans tous les cas, les criquets se perchent pour effectuer toutes leurs mues, sauf la première à l'éclosion (mue intermédiaire) qui a lieu au sol. La quantité et la qualité de l'alimentation influencent les caractéristiques de croissance des populations d'acridiens, la natalité, la mortalité et, à la limite, la dispersion, en sont affectées (Duranton *et al.*, 1982).

2.7. Action des ennemis naturels

Les acridiens constituent une source de nourriture pour beaucoup d'ennemis naturels vertébrés et invertébrés. Les sauteriaux semblent les plus vulnérables que les locustes en raison de leur sédentarité qui permet aux ennemis naturels de se multiplier sur place sans interruption (Greathead *et al.*, 1994). Parmi ces prédateurs, on peut citer les amphibiens (LeGall, 1989), les oiseaux (SiBachir *et al.*, 2011).

Les ennemis majeurs des œufs des acridiens sont les parasites (insectes hyménoptères) et divers taxons notamment les Nématodes et les Acariens (Tombididae et Erythrocididae). En revanche, les ennemis mineurs des œufs sont nombreux, les oiseaux, les larves des coléoptères et les fourmis (Duranton *et al.*, 1982).

Parmi les parasites des larves et des ailés d'acridiens, les plus actifs sont des nématodes et des diptères. Les prédateurs importants des larves et des ailés sont les oiseaux et certains

insectes hyménoptères et diptères (Duranton *et al.*, 1982). Voisin (1986) a observé les craves à bec rouge (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*) se nourrir d'acridiens. De leur côté, Doumandji *et al.*, (1992) ont remarqué une forte proportion d'orthoptères parmi les proies consommées par le héron garde bœuf (*Bubulcus ibis*).

CHAPITRE III

PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

I. Présentation de la Kabylie des Babors

Cette étude est réalisée dans la Kabylie des Babors, appelée aussi petite Kabylie ($36^{\circ} 45' 20''$ à $36^{\circ} 28' 40''$ de latitude Nord et $5^{\circ} 50' 40''$ à $5^{\circ} 15' 10''$ de longitude Est). Elle est située dans la partie orientale de l'atlas tellien, elle s'étend sur 3 wilayas : Béjaia, Sétif et Jijel (Figure 10). Elle est limitée au nord par le golfe de Béjaia, à l'Est par Oued El-Kebir, à l'Ouest par la vallée de la Soummam et au Sud par les hauts plateaux Sétifiens. Nous avons divisé la région d'étude en trois zones :

- La zone Ouest, localisée dans la wilaya de Bejaia, elle comprend les stations d'Amridj, Afra et Senadla d'altitudes respectives de 140m, 600 et 650 m, respectivement.
- La zone Est, localisé dans la wilaya de Jijel, elle comprend les stations de Sidi-Abdelaziz (60 m), Sidi-Marouf (1100 m) et El-Milia (300 m).
- La zone Sud, localisée dans la wilaya de Sétif, elle comprend les stations d'Oued-Bared (670 m), Amoucha (750 m) et Ain-Roua (1090 m).

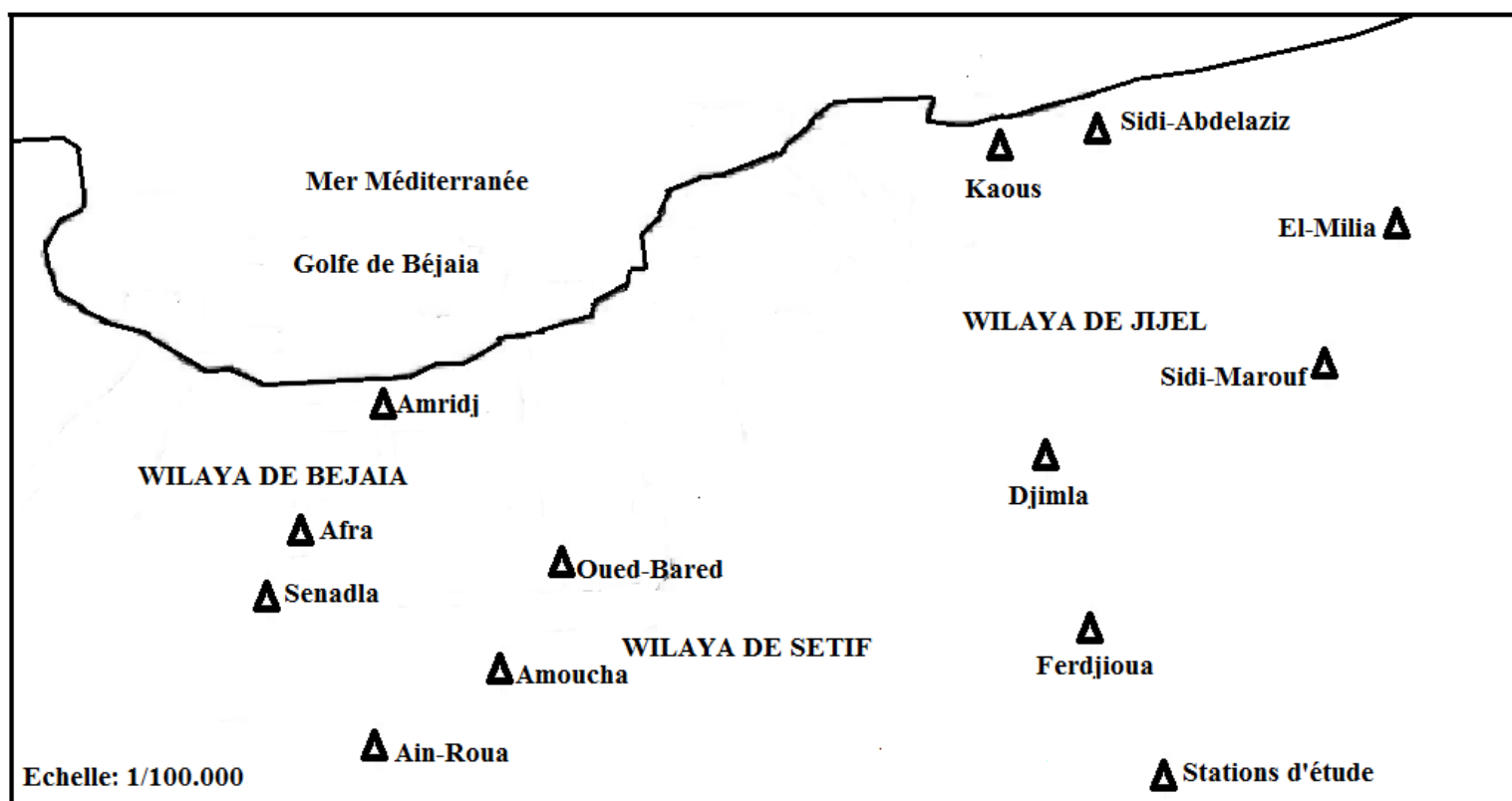


Figure 10. Situation géographique de la région d'étude

1.1. Zone Ouest

1.1.1. Relief

La zone est montagneuse formée de djebels en chaînons sensiblement parallèles, le point culminant est le djebel Takoucht qui s'élève à 2004 m. Cette zone se distingue par un relief accidenté qui est soumis à une intense érosion, ce qui a favorisé l'apparition d'oueds parfois profonds tels que Oued-Bared et Oued-Agrioun (PDAU, 2008).

1.1.2. Sol

Les sols sont d'une texture à dominance argilo marneuse (PDAU, 2008).

1.1.3. Géologie

Cette zone est dominée par des montagnes essentiellement calcaires, dominant un espace argileux marneux en partie recouvert d'alluvions quaternaires et entrecoupées de petits massifs calcaires isolés. Les éboulis récents et superficiels forment de longs couloirs instables et semblent réactivés par les séismes superficiels. La sécheresse estivale que connaît la région accentue les causes d'érosion, et les ruissellements en zones de fortes pentes provoquent des glissements de terrain (Hamdani, 2012).

1.1.4. Hydrographie

Le relief accidenté de la zone a favorisé l'existence d'une multitude d'oueds qui se déversent dans le barrage d'Ighil-Amda. Dans cette zone de montagne, le régime pluviométrique donne aux oueds le caractère de torrents méditerranéens. Les oueds qui sont assez importants sont des oueds permanents dont le quotient d'écoulement est élevé mais dont le régime est très irrégulier. Les sources sont présentes un peu partout avec des débits allant de 4 à 8 litres/seconde (PDAU, 2008).

1.1.5. Climat

En raison de sa position en altitude, la zone bénéficie d'un climat subhumide, la hauteur de la chaîne influe sur le soulèvement et le refroidissement des masses d'air. On constate une intensification des précipitations jusqu'à une altitude de 1000 m.

1.1.5.1. Température

La température est le facteur climatique le plus important (Diehl, 1975), étant donné que tous les processus métaboliques en dépendent et augmentent avec la température. C'est un

phénomène purement physiologique mais qui a des conséquences écologiques importantes (Dajoz, 1996). Elle joue le rôle de facteur limitant car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne ainsi la répartition spatiale de la faune en général (Ramade, 1984) et des orthoptères en particulier (Duranton *et al.*, 1982). Dajoz (1971) précise que les espèces ne peuvent se maintenir en vie qu'entre certaines limites bien précises de température, d'humidité et de pluviométrie.

Les données climatiques des différentes stations d'étude sont obtenues après correction des données des stations météorologiques principales de Bejaia, Sétif et Jijel

Les températures maximales sont enregistrées durant les mois de juillet (33,4°C) et août (33,6°C) dans la station d'Afra, tandis que les températures minimales sont notées pendant la période hivernale, notamment décembre (3,8°C) et janvier (3,3°C) dans la station de Senadla (Figure 11).

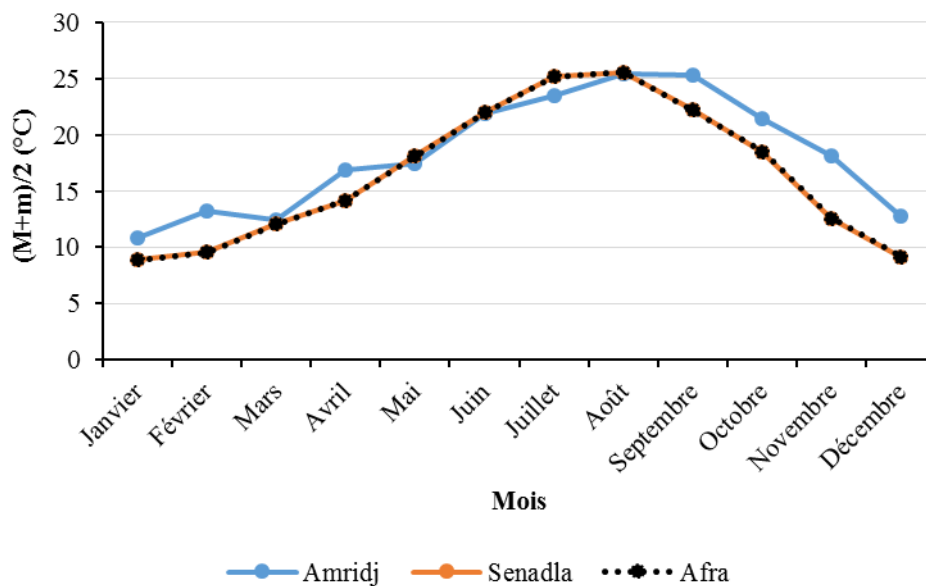


Figure 11. Températures mensuelles moyennes dans les trois stations de la zone Ouest de la Kabylie des Babors de 2004 à 2014 (ONM, 2015).

1.1.5.2. Pluviométrie

La pluviométrie est un facteur d'importance fondamentale. L'approvisionnement en eau et la défense contre les pertes possibles constituent pour les animaux terrestres des problèmes écologiques fondamentaux (Ramade, 1984). La distribution des acridiens, le taux de réussite

de chaque reproduction et le nombre de générations annuelles dépendent du facteur hydrique (Duranton *et al.*, 1982).

Les précipitations les plus élevées sont enregistrées pendant les mois de Décembre (176,2 mm dans la station Senadla et 168,4 mm dans la station Afra, alors que les mois les plus secs sont juillet avec 7,9 mm au niveau de la station Amridj (Figure 12). La pluviométrie annuelle moyenne de la zone Ouest s'élève à 1054 mm dans la station Senadla, 1010 mm dans la station Afra et 808,7 mm au niveau de la station Amridj. D'après le climagramme d'Emberger, la zone appartient au bioclimat subhumide (Figure 17) du fait de sa position en altitude et de sa proximité de la mer (25 kilomètres).

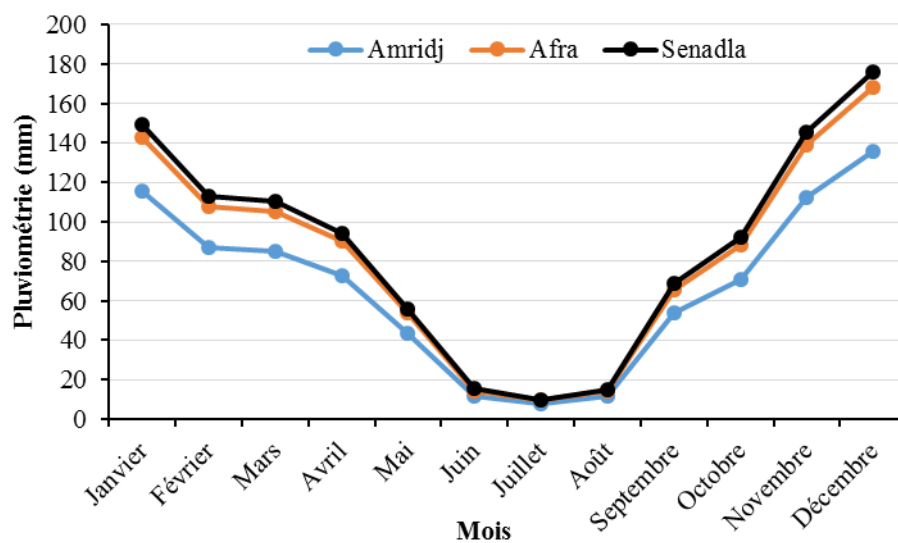


Figure 12. Relevés pluviométriques dans les trois stations de la zone Ouest de la Kabylie des Babors de 2004 à 2014 (ONM, 2015).

2.1.1. Vent

Le vent est un facteur important du climat (Diehl, 1975), il a une action indirecte en activant l'évaporation, en augmentant donc la sécheresse. Lorsqu'il est violent, il augmente également le refroidissement par circulation d'air (Dreux, 1980). C'est un agent de dispersion des animaux et des végétaux et c'est un facteur déterminant dans l'orientation des vols d'acridiens (Dajoz, 1996). Dans la zone Ouest, les vents les plus fréquents soufflent du secteur Nord.

1.2.Zone Sud

1.2.1. Relief

Les sols à dominance marno-calcaires et marnes gris imperméables favorisent d'intenses érosions. Le relief est montagneux, la zone est accrochée au flanc sud du djebel guergour en surplombant le bas-relief du Nord creusé par les Oueds Kef Annser, Sidi-Ali et El-Guettar. Elle est caractérisée par deux lignes principales de reliefs: la première limite septentrionale est celle des babor avec les djebels Takintouch Bouandas (1596m), Adrar Amar Redou (1537m), Babor (2004 m), Boucharef (1150 m) et Oukissène (1045 m). La deuxième ligne est accidentée et ses reliefs s'abaissent en allant vers le sud, avec les Djebels Zemmoura (1503 m), Guergour (1631 m), Anini (1554 m), Megress (1737 m), Medjouness (1461 m) et Chouf-Aissa Ben Zir (1462 m) (Sarrab, 1982).

1.2.2.Sol

La zone est caractérisée par des sols lourds reposant sur des substrats marno et marno-calcaires (Fenni, 2003).

1.2.3.Géologie

La zone est située à la limite septentrionale d'une fenêtre de terrains jurassiques et crétacés autochtones. Après la mise en place des nappes au miocène inférieur, les bombements tectoniques ont fait ressortir le massif de Guergour, composé de terrains calcaires dolomotiques et marneux du jurassique et du crétacé (Boudoukha *et al.*, 2014).

1.2.4.Hydrographie

La zone est caractérisée par la présence d'une importante source d'eau chaude à Hammam-Guergour, ce qui traduit la présence d'un réseau hydrothermal important. Il existe plusieurs oueds : Kef el Ansar, Sidi-Ali, et Guettar qui collectent toutes les eaux des ravines avoisinantes et les acheminent vers le cours d'eau le plus important qui est Oued-Boussellam.

1.2.5.Climat

Le climat est continental avec un été chaud prolongé et un hiver froid où les chutes de neiges couvrent parfois les montagnes pendant plusieurs jours au cours des mois de Décembre et de Janvier (ONM, 2015).

1.2.5.1.Température

Les températures maximales sont enregistrées durant les mois d'Aout (33,6°C) dans la station Oued-Bared. Les températures minimales sont notées pendant le mois de Janvier (1,3°C) dans la station Ain-Roua Figure 13).

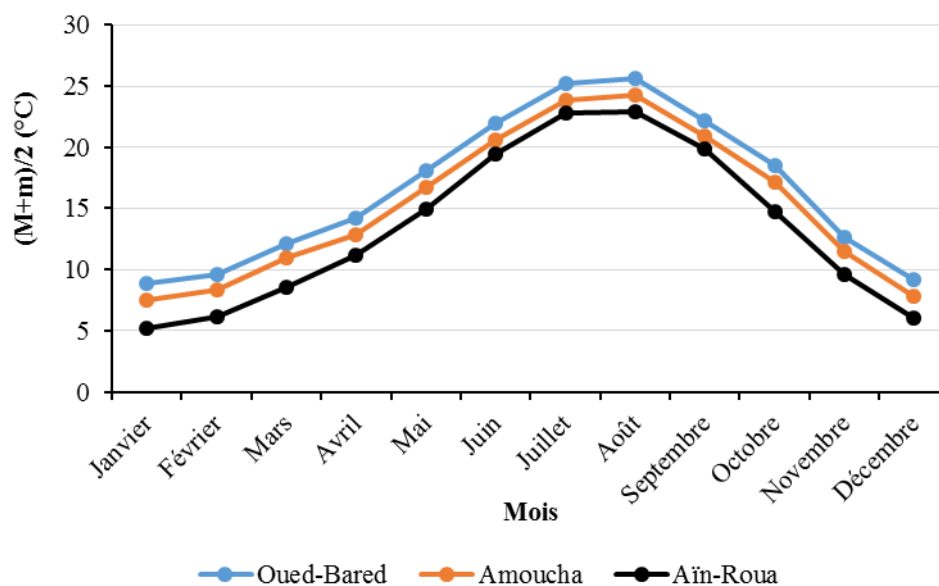


Figure 13. Températures mensuelles moyennes dans les trois stations de la zone Sud de la Kabylie des Babors de 2004 à 2014 (ON., 2015).

1.2.5.2. Pluviométrie

Les relevés pluviométriques de la région sont consignés dans le tableau 4. Les précipitations les plus élevées sont enregistrées pendant les mois de Décembre (102,9mm) au niveau de la station Oued-Bared alors que la pluviométrie la plus basse est enregistrée durant le mois de Juillet (8 mm) au niveau de la station Ain-Roua (Figure 14).

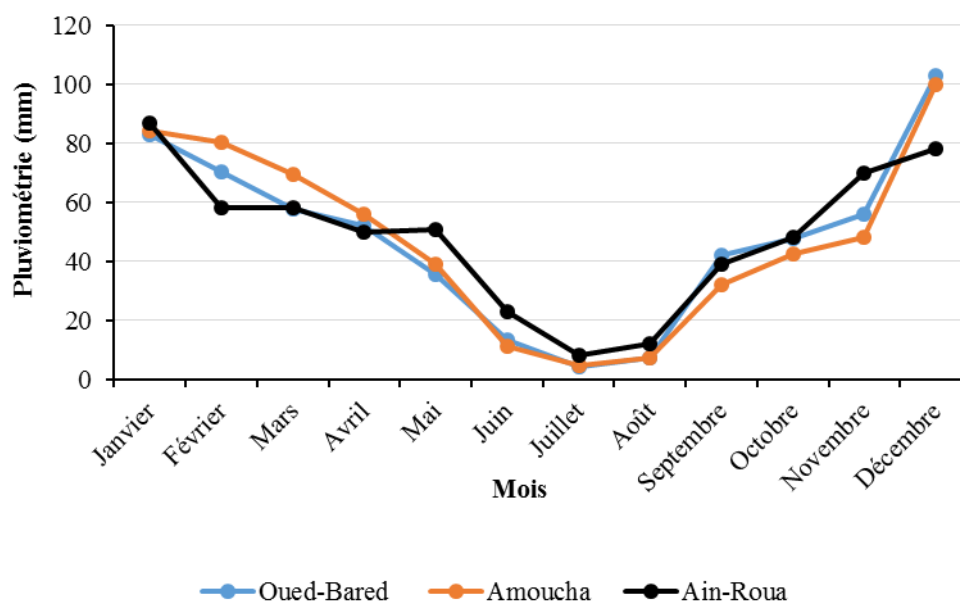


Figure 14. Relevés pluviométriques dans les trois stations de la zone Sud de la Kabylie des Babors de 2004 à 2014 (ONM, 2015).

1.3.Zone Est

1.3.1.Relief

Les plaines côtières de la région de Jijel sont limitées au nord par la Méditerranée, à l'ouest par les massifs de Ziama-Mansouriah, d'Erraguene, d'El-Aouna et de Selma, au sud par les chaînes montagneuses de la Petite Kabylie. Ces massifs montagneux sont situés à l'Est vers El-Milia, Settara, Ghebala et Sidi Maarouf (BNDR, 1997).

1.3.2.Sol

Sur le plan pédologique, la région de Jijel est constituée de plusieurs types de sol. Il s'agit de sols bruts d'érosion, de sols d'apports colluviaux, de sols d'apports alluviaux, de sols bruns forestiers et de sols bruns lessivés (BNDR, 1997).

1.3.3.Hydrographie

La région de Jijel compte 6 principaux barrages. Il s'agit de Kissir, de Boussiaba, de Béni Haroun, d'El Agrem, d'Erraguene et de Tabellout. D'autres barrages sont programmés pour l'avenir comme ceux d'Irdjana et de Bouadjoul à El-Anser et à Dar-El Oued à Ziama Mansouriah (Mebarki, 2007).

1.3.4.Climat

1.3.4.1.Température

Les températures moyennes de zone Est sont présentées dans le tableau 5. Ce tableau montre que les températures maximales sont enregistrées durant les mois d'Aout (31,5°C) dans la station Sidi-Abdelaziz. Les températures minimales sont notées pendant le mois de Décembre (5,3°C) dans la station Sidi-Marouf (Figure 15).

La région de Jijel bénéficie d'un Thermo-climat de type tempéré-chaud. Cet état est dû à la position de la région par rapport au littoral, avec un climat doux en hiver et régulier. Il est dû au fait que les températures sont soumises aux influences de la mer et de l'altitude, régularisant ainsi les amplitudes en atténuant les maximas et en augmentant les minimas. Il est à noter par ailleurs que les températures maximales coïncident généralement avec les précipitations minimales en été et vice-versa pour les températures minimales en hiver (Rivas-Martinez, 1996).

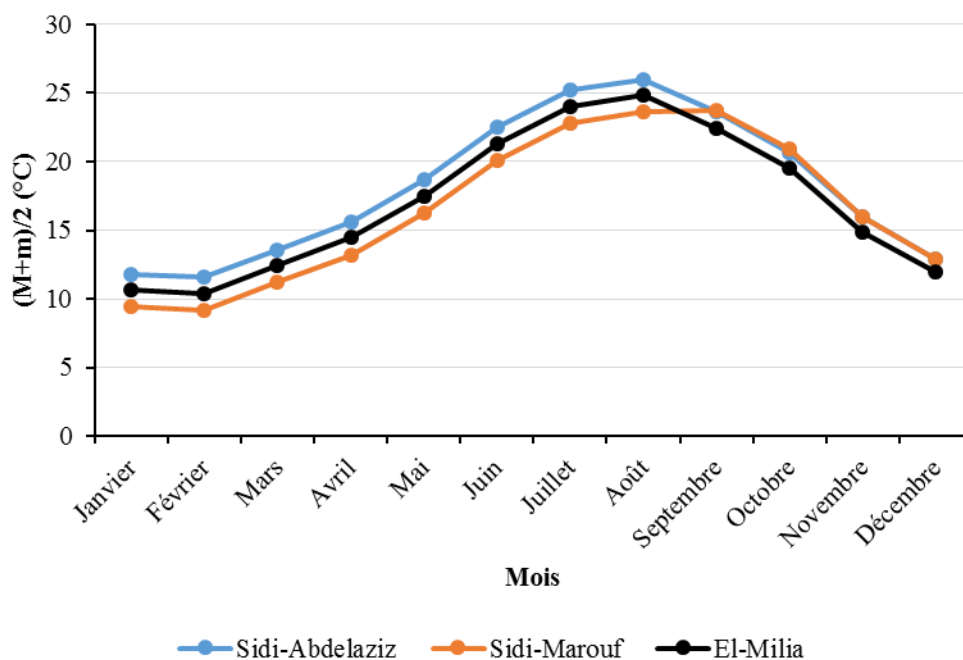


Figure 15. Températures mensuelles moyennes dans les trois stations de la zone Est de la Kabylie des Babors de 2004 à 2014 (ONM, 2015).

1.3.4.2. Pluviométrie

Les précipitations les plus élevées sont enregistrées pendant les mois de Décembre (200,6 mm, 185,1 mm et 173 mm au niveau des stations Sidi-Marouf, El-Milia et Sidi-Abdelaziz, respectivement (Figure 16). Juillet est le mois le plus sec avec des précipitations de l'ordre de 3 mm, 3,2 mm et 3,4 mm au niveau des stations Sidi-Abdelaziz, El-Milia et Sidi-Marouf, respectivement (ONM, 2015).

1.3.4.3. Quotient pluviothermique d'Emberger

Le quotient pluviométrique d'Emberger (Q2) est le quotient le plus utilisé en Afrique du Nord. Il est spécifique au climat méditerranéen et il a été établi par Emberger (1955). Il permet de déterminer l'étage bioclimatique des stations étudiées et de les situer dans le climagramme d'Emberger (Figure 12). Plus les valeurs de ce quotient sont élevées plus le climat est humide. Ce quotient est fonction de la température moyenne maximale (M) du mois le plus chaud, de la moyenne minimale (m) du mois le plus froid, et de la pluviométrie moyenne annuelle (P). Il est calculé par la formule suivante :

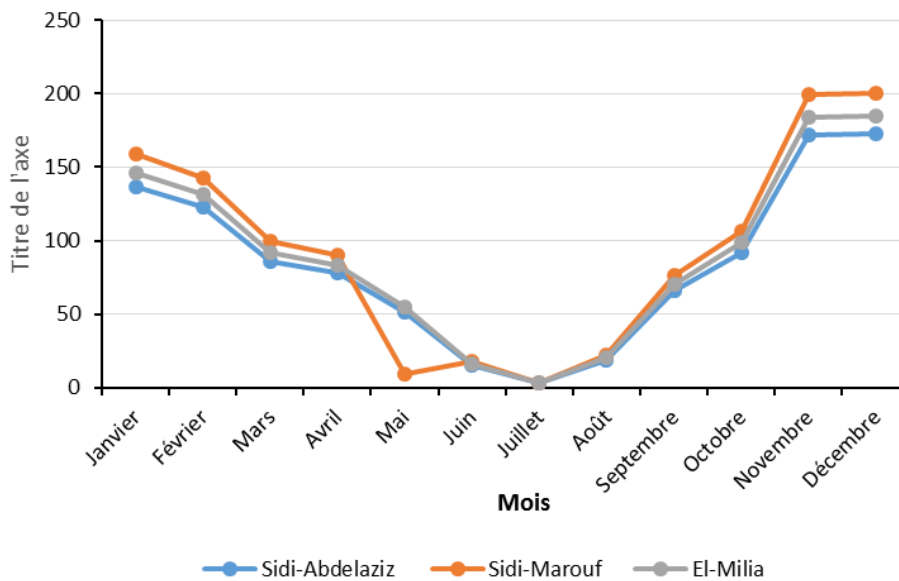


Figure 16. Relevés pluviométriques dans les trois stations de la zone Est de la Kabylie des Babors de 2004 à 2014 (ONM, 2015).

$$Q2 = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}, \text{ où :}$$

- Q2 : quotient pluviothermique en mm / °C,
- M = température maximale moyenne du mois le plus chaud en °K.
- m = température minimale moyenne du mois le plus froid en °K.
- P = pluviométrie moyenne annuelle en mm.

La figure 17 montre que les stations de la zone Ouest sont situées dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver chaud pour la station Amridj et à hiver tempéré pour les stations Afra et Senadla. Les trois stations de la zone Sud (Oued-Bared, Amoucha et Ain-Roua) sont situées également dans l'étage subhumide mais à hiver frais. Quant aux stations de la zone Est (Sidi-Abdelaziz, Sidi-Marouf et El-Milia), elles appartiennent à l'étage humide à hiver tempéré.

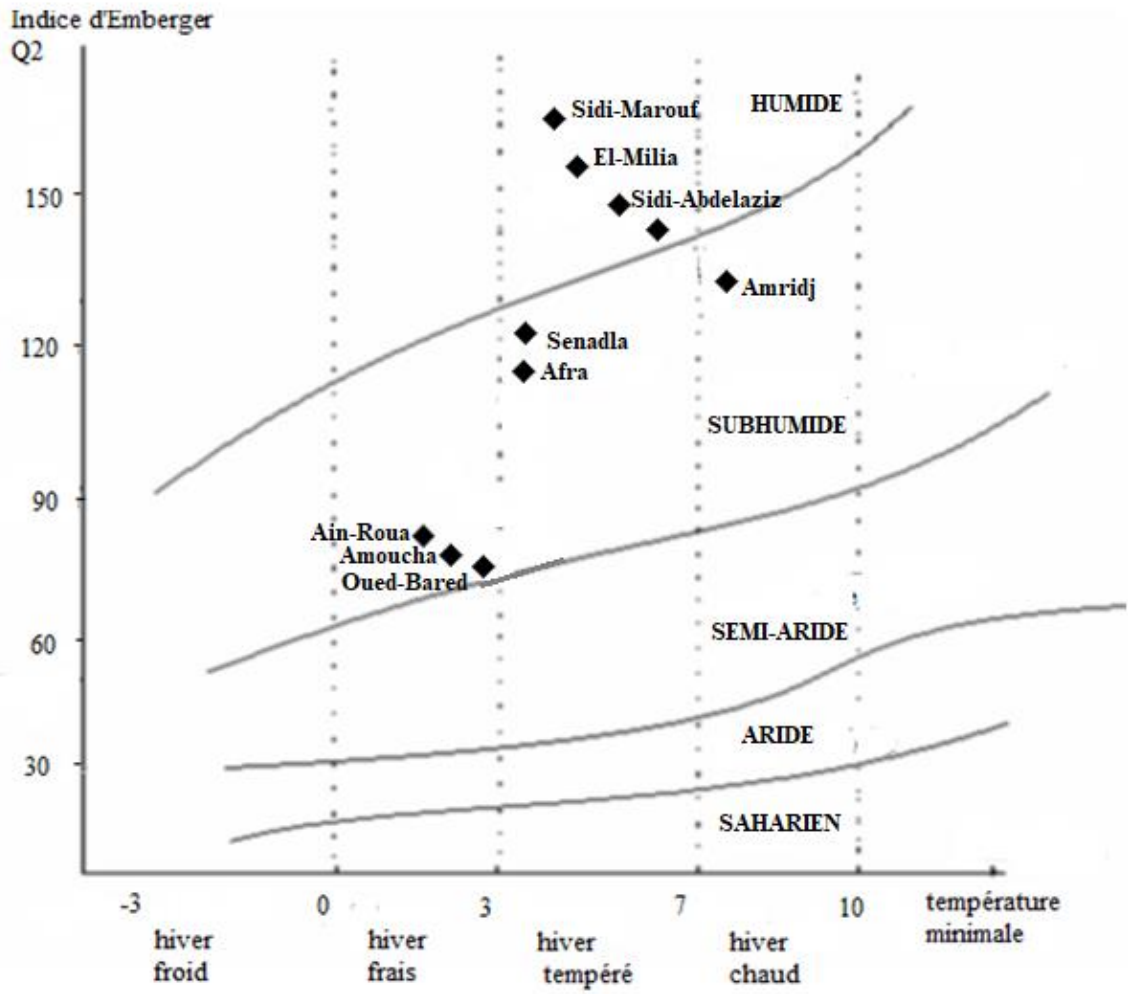


Figure 17. Situation des stations d'étude sur le Climagramme d'Emberger.

CHAPITRE IV EXPERIMENTATION

I. METHODES DE TRAVAIL

1. Choix des stations

Le choix des stations est réalisé selon leur homogénéité apparente. Pour une meilleure couverture de la région d'étude, en l'occurrence la Kabylie des Babors, nous avons divisé cette dernière en trois zones : la zone Est, la zone Ouest et la zone Sud. Au niveau de chacune des trois zones nous avons choisi trois stations. Ces dernières sont représentatives des différents biotopes de la région (une vallée, une friche et un milieu cultivé).

Pour l'étude de l'effet de l'altitude et la diversité orthoptérique, nous avons choisi trois stations à différentes altitudes dans la wilaya de Jijel : Kaous (60 m), Djimla (600 m) et Ferdjioua (1100 m).

2. Description des Stations

2.1.Zone Ouest

2.1.1. Station Amridj

La station d'Amridj est une vallée de coordonnées géographiques sont $36^{\circ}33'50.09''$ Nord et $5^{\circ}17'57.69''$ Est. Elle est située à 10 km de la mer à une altitude de 97 m. Elle repose sur un sol plat, sablonneux-limoneux et couvert de pierres et de cailloux (rocailloux). Les espèces végétales dominantes sont *Nerium oleander*, *Dittrichia viscosa* et *juncus effuses* (Figure 18).



Figure 18.Station Amridj

2.1.2. Station Afra

La station d'Afra est une friche de coordonnées géographiques 36°28'34.15" Nord et 5°09'91.99" Est. D'exposition Nord, elle se localise à une altitude de 600 m sur une pente d'environ 10% et un sol est argilo limoneux et caillouteux. Les espèces végétales dominantes sont *Dittrichia viscosa*, *Galactites elegans*, *Daucus carota* (Figure 19).



Figure 19. Station Afra

2.1.3. Station Senadla

La station de Senadla (36°26'57.32" Nord et 5°14'44.63" Est) est un milieu cultivé qui se situe au niveau d'une exploitation agricole collective qui s'étend sur 5 hectares de vignoble. Elle s'élève à une altitude de 710 m sur une pente de 10%. Elle se distingue par son exposition est et son sol est argilo-sableux. Les espèces végétales dominantes sont *Cynodondactylon* (L.) Pers. (1805), *Anacyclis clavatus* (Desf.) Pers. (1807) et *Daucus carota* L. (1753) (Figure 20).



Figure 20. Station de Senadla

2.2.Zone Sud

2.2.1. Station Oued-Bared

La station d'Oued-Bared ($36^{\circ}28'13.55''$ Nord et $5^{\circ}23'20.29''$ Est) est une vallée qui se localise dans la région nord de la wilaya de Sétif, à quelques kilomètres du djebel Babor à une altitude de 650 m et une pente de 25%. La station a une exposition Nord et repose sur un sol argilo-limoneux et caillouteux (Figure 21).



Figure 21. Station Oued-Bared

2.2.2. Station Amoucha

La station d'Amoucha (36°23`17``Nord et 5°24`39``Est) est située au nord de la wilaya de Setif. C'est une friche qui culmine à 900 m d'altitude. Le sol appartient à la classe des vertisols à texture argillo-limoneuse. Il est lourd, peu humide, meuble et peu caillouteux. Les espèces végétales dominantes sont *Convolvulus arvensis*, *Papaver rhoas* L. et *Avena sterilis*L. (Figure 22).



Figure 22. Station Amoucha

2.2.3. Station Ain-Roua

La station d'Ain-Roua (36°31`12.98``Nord et 5°19`53.55``Est) est un milieu cultivé en céréales qui se localise à une altitude de 1200 m, sur une pente de 10 à 30%. Elle est exposée au Nord et comprend les espèces végétales dominantes sont *Cynodon dactylon*(L.) Pers. (1805), *Bromus hordeaceus*L. (1753) et *Hordeum murinum*L. (1753) (Figure 23).



Figure 23. Station Ain-Roua

2.3.Zone Est

2.3.1. Station Sidi-Abdelaziz

La station de Sidi-Abdelaziz (36°50`59.99`Nord et 6°02`60.00`Est) est une vallée qui s'élève à une altitude est de 50 m et qui repose sur un sol plat à dominance argilo-sablonneuse. Les espèces végétales dominantes sont *Nerium oleander*, *Dittrichia viscosa* et *juncus effuses* (Figure 24).



Figure 24. Station Sidi-Abdelaziz

2.3.2. Station Sidi-Marouf

C'est une friche dont l'altitude est de 430 mètres (36°38'51'' Nord et 6°16'21''Est), l'exposition est au sud, la pente est de 10% et le sol est argilo limoneux et caillouteux. Les espèces végétales dominantes sont *Vulpia myurois*, *Lolium multiflorum* et *Bromus molis* (Figure 25).



Figure 25. Station de Sidi-Marouf

2.3.3. Station El-Milia

La Station d'El-Milia (36°34'58'' Nord et 6°16'47'' Est) est un milieu cultivé située à une altitude de 200 mètres, une exposition nord et une pente de 25%. Elle se distingue par un sol argilo- limoneux et rocailleux. Les espèces végétales dominantes sont *Daucus carota* L. (1753), *Cirsium arvense* (L) Scop (1772) et *Lolium multiflorum* Lam. (1779) (Figure 26).



Figure 26. Station El-Milia

3. Stations à différentes altitudes

Trois stations à différentes altitudes ont été choisies au niveau de la zone Est. Il s'agit de Kaous, Djimla et Ferdjioua.

3.1. Station Kaous

La station de Kaous (36°46'13'' N et 5°48'49'' E) est une vallée située à proximité de la mer à une altitude de 60 m (Figure 27). Le sol est de nature sablo-argileuse recouvert de cailloux. La température la plus basse est celle du mois de Janvier (6,7°C) tandis que la température la plus élevée est celle du mois d'Aout (31,4°C) (Figure 30). La pluviométrie annuelle atteint 1002,5 mm. Le mois le plus pluvieux est celui de Décembre (182,7 mm) alors que le mois le plus sec est celui de Juillet (3,6°C) (Figure 31). Le taux de recouvrement est d'environ 60% et les espèces dominantes sont *Dirrtichia viscosa*, *Nerium oleander*, *Juncus effuses* et *Anacyclus clavatus*.



Figure 27. Station de Kaous

3.2. Station Djimla

La station de Djimla (36°34'53''N et 5°53'6''E) est une friche (Figure 28) dont le sol est de nature argilo-limoneuse et caillouteuse, d'exposition Nord-ouest, la pente est de 25%, elle s'élève à une altitude de 600m. Le taux de recouvrement est d'environ 60%, elle contient les espèces végétales suivantes : *Dittrichia viscosa*, *Taraxacum officinale*, *Galactites tomentosa* et *Hordeum murinum*. La température la plus basse est celle du mois de Janvier (4,2°C) tandis

que la température la plus élevée est celle du mois d'Aout (27,2°C) (Figure 30). La pluviométrie annuelle atteint 1002,5 mm. Le mois le plus pluvieux est celui de Décembre (182,7 mm) alors que le mois le plus sec est celui de Juillet (3,6mm) (Figure 31).



Figure 28. Station de Djimla

3.3. Station Ferdjioua

La station de Ferdjioua (36°24'32''N et 5°56'45''E) est un milieu cultivé en céréales qui s'élève à une altitude de 1100 m (Figure 29). Le sol est de nature argilo-limoneuse dépourvu de cailloux, et la pluviométrie annuelle est de 673 mm. Le taux de recouvrement est d'environ 80% et les espèces végétales les plus abondantes sont : *Triticum durum*, *Cynodon dactylon*, *Bromus hordeaceus* et *Hordeum murinum*. La température la plus basse est celle du mois de Janvier (5,3°C) tandis que la température la plus élevée est celle du mois d'Aout (28,5°C) (Figure 30). La pluviométrie annuelle atteint 1126,8 mm. Le mois le plus pluvieux est celui de Décembre (200,6 mm) alors que le mois le plus sec est celui de Juillet (3,4°mm) (Figure 31).



Figure 29. Station de Ferdjioua

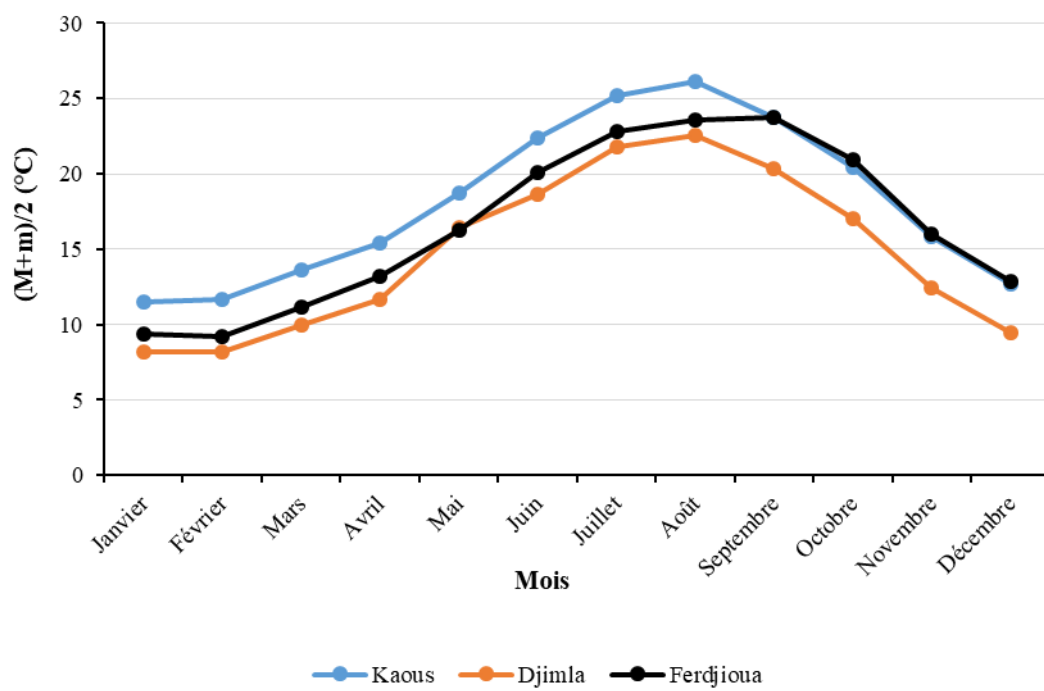


Figure 30. Températures mensuelles moyennes dans les trois stations de la région de Jijel de 1985 à 2013 (ONM, 2015).

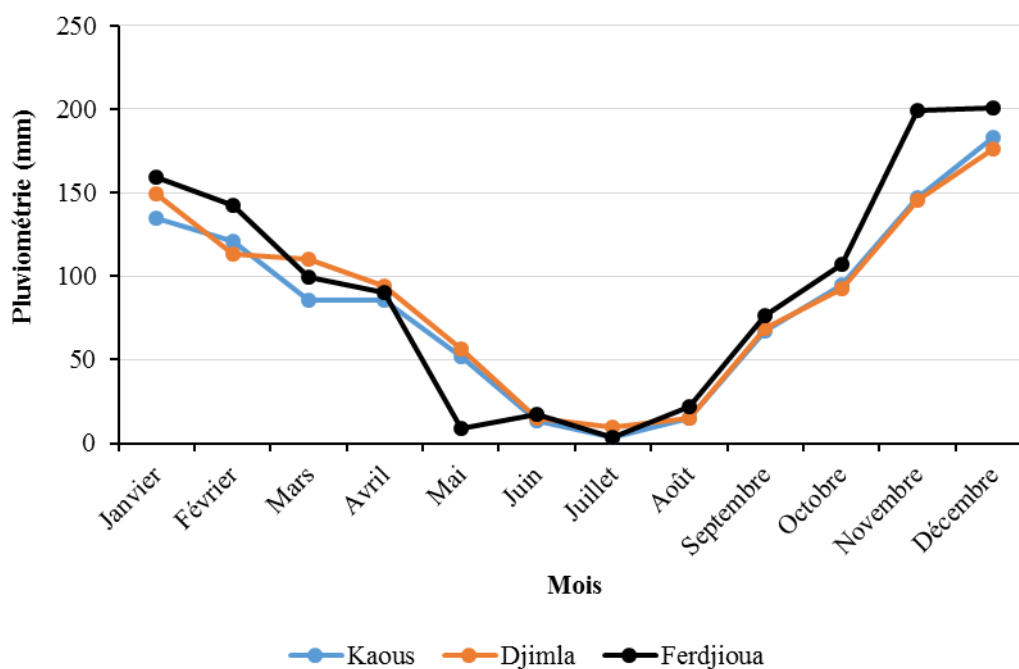


Figure 31. Relevés pluviométriques dans les trois stations de la région de Jijel de 1985 à 2013 (O.N.M, 2015).

4. Echantillonnage

L'objectif de l'échantillonnage est de fournir un échantillon qui représentera la population et reproduira aussi fidèlement que possible les principales caractéristiques de la population (Jayaraman, 1999). Cet échantillonnage doit être effectué au hasard dans un espace uniforme (Barbault, 1981) à l'aide d'un filet fauchoir. Les espèces aptères ont été récoltées à la main.

La capture des acridiens se fait dans des quadrats de 100m x 100m délimités dans chacune des neuf stations à l'aide du filet fauchoir en raclant le sol ce qui permet d'avoir un dénombrement qualitatif des orthoptères. Dans certains cas, il peut s'avérer utile d'augmenter la superficie s'il y a rareté des orthoptères (Benzara, 2004). En effet, plus la superficie et plus il y a plus d'insectes (Ricklefs & Miller, 2005). Le raclage se fait en progressant lentement en spirale de manière à éviter aux individus de désertir la station en les ramenant au centre (Boëtier, 2005). Il est également, préférable de se placer en face du soleil pour que l'ombre n'effraye pas les insectes.

5. Prélèvement des Orthoptères

Les prélèvements ont été effectués une fois par semaine, à partir de 10 heures, durant la période allant de début Juin à mi-octobre de 2014 à 2015, période où il y a le maximum d'espèces. Ils durent une demi-heure en moyenne pour chaque station. Les échantillons sont

mis dans des sachets en matière plastique sur lesquels on mentionne la date, le lieu et la date du prélèvement.

L'échantillonnage en fonction de l'altitude a été réalisé pour trois stations à savoir Kaous (basse altitude), Djimla (moyenne altitude) et Ferdjioua (haute altitude) dans des quadrats de 3m x 3m, délimités par une ficelle. Nous avons réalisé cinq quadrats pour chaque station, soit 5 x 3 stations du début avril à fin août 2016, où les prélèvements ont eu lieu chaque semaine à l'aide d'un filet fauchoir.

6. Identification des Orthoptères

La détermination des criquets capturés a été faite au laboratoire sous une loupe binoculaire et parfois même à l'œil nu en utilisant les caractères morphologiques préconisés par Chopard (1943) dans son ouvrage «Orthoptéroïdes de l'Afrique du nord», Mestre (1988) «Les acridiens des formations herbeuses d'Afrique de l'ouest», et de Louveaux *et al.* (2013) «le catalogue des Orthoptères Acridomorpha de l'Afrique du nord-ouest». La détermination a été faite par nos soins et la confirmation par le Professeur Benzehra A. de l'École Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach (Alger).

7. Conservation des Orthoptères

Après l'identification, les échantillons sont conservés et épinglés dans une boîte de collection en vue de leur future utilisation.

8. Dissection des genitalia mâles

L'identification est également faite sur la base d'un organe du génitalia appelé épiphalle qui est obtenu par dissection. La méthode d'extraction du complexe phallique est celle d'Amedegnato (1986), elle se résume comme suit : Après avoir anesthésié l'acridien dans un bocal contenant du coton imbibé d'Acétate d'Ethyle, on coupe l'extrémité abdominale avec des ciseaux fins. Celle-ci est mise dans un bécher contenant de l'eau et de la potasse puis sur une plaque chauffante pendant 10 à 15 minutes environ (selon la sclérotinisation des structures génitales) jusqu'à ce que le matériel devienne transparent. Afin d'éliminer les résidus de la potasse, la préparation subit plusieurs bains successifs avec de l'eau distillée. Ensuite, les impuretés et les restes de graisse sont nettoyés manuellement à l'aide d'épingles entomologiques, sous une loupe binoculaire. Les épiphalles obtenus, sont conservés dans des tubes Eppendorf dans de l'alcool à 70%.

9. Description des plaques génitales et de l'épiphalle

Pour l'étude des structures génitales, celles prises en compte dans cette étude sont la plaque supra-anale (Figure 25a), la plaque sous-génitale (Figure 25b) et l'épiphalle (Figures 26a et 26b).

9.1. Les plaques sous-génitale et supra-anale

Lecoq (2010) signale que l'abdomen est composé de onze segments, les dix premiers sont divisés dorsalement en dix tergites et ventralement en neuf sternites.

La plaque sous-génitale est formée par le neuvième sternite. Le 10^{ème} segment est réduit à des sclérites disposés autour de l'anus: deux paraproctes latéraux et un épiprocte dorsal. Ce dernier correspond à la plaque supra-anale. Deux appendices appelés cerques s'insèrent en position latéro-dorsale et sont abondamment équipés de soies sensorielles (Figure 32).

L'organe copulateur des mâles, placé à l'extrémité de l'abdomen sous les valves anales. Ces dernières correspondent à l'épiprocte (ou plaque supra-anale) impair ou aux paraproctes pairs, flanqués de deux cerques qui forment le complexe phallique constitué de pièces membraneuses ou sclérifiées. De l'extérieur on ne voit que qu'un repli membraneux en forme de sabot différencié à partir du neuvième sternite en plaque sous-génitale. A l'intérieur on trouve la chambre génitale avec les organes phalliques. Le pénis comprend une large valve basale reliée par une courbure à un lobe apical long, recourbé, normalement caché sous un pallium membraneux mais qui ressort à l'extérieur au moment de l'accouplement. Au-dessus du pénis se trouve le cingulum, structure fortement sclérifiée, formée d'une paire d'apodèmes, d'une paire de rami larges, et des valves du cingulum, longues et recourbées, accolées aux lobes apicaux du pénis. Le cingulum est dérivé de la membrane ectophallique sur laquelle repose l'épiphalle, pièce complexe fortement sclérifiée. La forme des cerques, des plaques sous-génitales et supra-anales des mâles varient beaucoup selon les espèces et elles sont souvent utilisées comme clés d'identification. L'inconvénient majeur est que leur usage est limité aux mâles puisque les femelles présentent moins de variations au niveau de leur genitalia.

9.2. L'épiphalle

La description de l'épiphalle des Acrididae est faite en adoptant la nomenclature proposée par Dirsh (1956) dans son ouvrage « *The phallic complex in Acridoidea (Orthoptera) in relation to taxonomy* ». Chez les Pamphagidae, l'épiphalle de ces derniers est particulier ; il diffère de celui observé chez les Acrididae et la nomenclature adoptée pour cette famille est

celle proposée par Ihsan et Donskoff (1988) dans leur article « *Catalogue et clés de détermination illustrés des Pamphagidae du proche orient* ».



Figure 32. Extrémité abdominale d'*Ochrilidia filicornis* (Krauss, 1902)

a : Plaque supra-anale, b : plaque sous-génitale

En effet, l'épiphalle des Pamphagide est formé de processus postéro-latéraux et postéro-médians, d'échinulations, d'ancorae et de plaques latérales (Figure 33)(Ihsan et Donskoff, 1988). Il est à noter que les ancorae et les plaques latérales existent aussi chez les Acrididae. En revanche chez les Acrididae, l'épiphalle est formé du pont de l'épiphalle, des ancorae, des plaques latérales, des projections antérieures, des projections postérieures et les lophi (Dirsh, 1956). Pour décrire d'une manière détaillée l'épiphalle et ses composantes, nous avons pris comme exemple-type celui de *Locusta migratoria*. Les différentes parties de l'épiphalle des Acrididae sont les suivantes (Figure 34) :

Les ancorae sont une paire de projections des marges antérieures de la surface dorsale de l'épiphalle, parfois ils sont articulés avec le disque. A côté de chacun des ancorae on trouve les projections antérieures.

Le disque est la partie centrale du corps de l'épiphalle chez les formes appelées « disc-shaped ». Chez les autres formes il s'agit d'un pont étroit, parfois il est divisé en deux parties séparées.

Le pont de l'épiphalle est la partie médiane de l'épiphalle qui est reliée aux plaques latérales. Il porte sur ses deux extrémités deux appendices pointus qui sont les ancorae. Il est surmonté par deux formations lobiformes qui sont les lophi.

Les plaques latérales est une paire de plaques symétriques qui forment les bords de l'épiphalle, parfois elles sont reliés au pont de l'épiphalle par une membrane seulement. Elles se terminent au-dessous par les projections postérieures

Les projections antérieures sont des projections situées au-dessus des plaques latérales.

Les projections postérieures sont des projections situées au-dessous des plaques latérales.

Les lophi sont des processus situés près de l'extrémité postérieure de l'épiphalle, parfois ils apparaissent à partir des côtés latéraux de l'épiphalle et parfois à partir des plaques latérales. Ils sont très variables en dimensions (Dirsh, 1956).

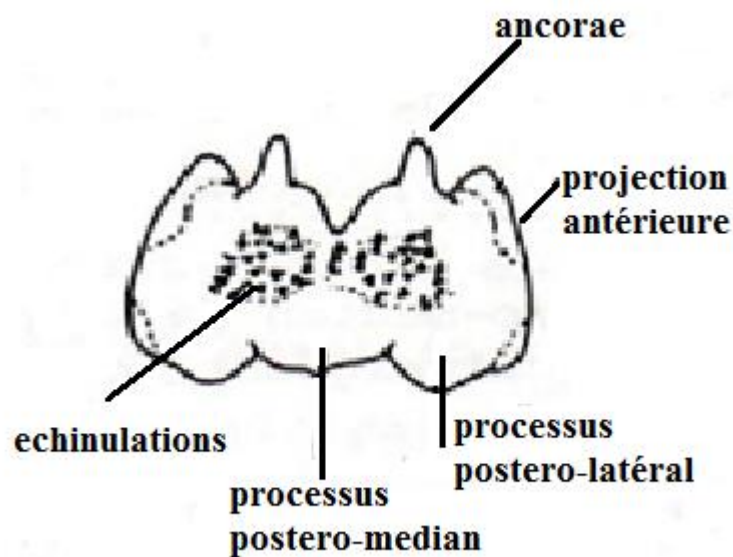


Figure 33. Epiphalle d'un Pamphagidae (Ihsan et Donskoff, 1988).

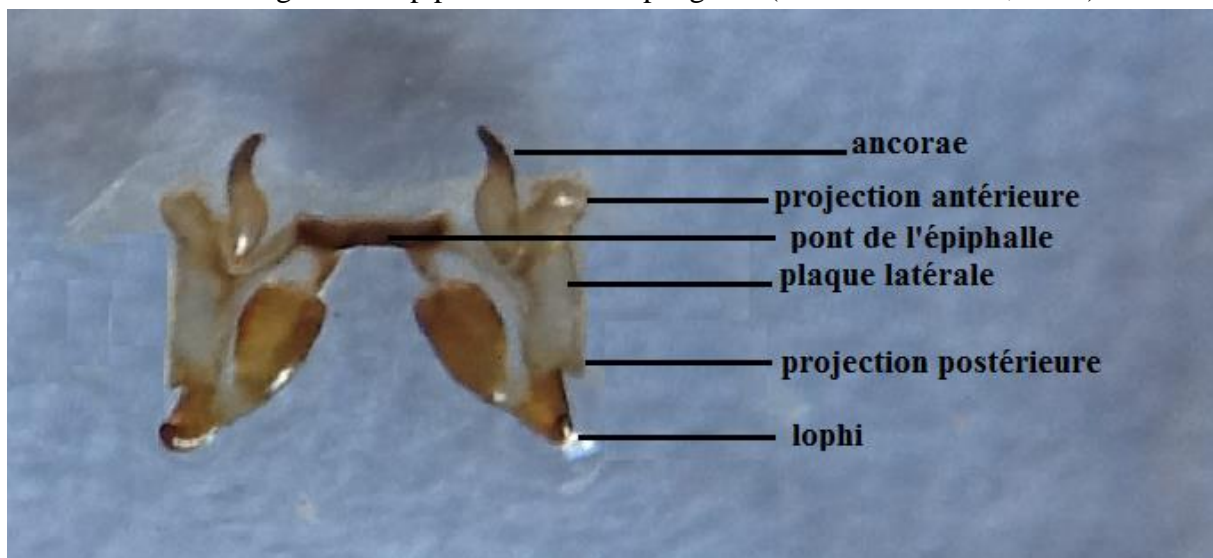


Figure 34. Epiphalle d'un Acrididae (*Locusta migratoria cinerascens*) (Dirsh, 1956)

10. Indices écologiques

10.1. Indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition utilisés sont : la richesse totale, la richesse moyenne, l'abondance relative et la constance.

10.1.1. Richesse totale ou spécifique

La richesse totale est un facteur déterminant de l'abondance totale de la faune (Blondel, 1979). Elle correspond à la totalité des espèces qui composent une biocénose. Elle est donnée par la formule suivante (Ramade, 1994) :

$$S = SP1 + SP2 + SP3 + \dots + SPN$$

10.1.2. Richesse moyenne

La richesse totale est une mesure insuffisamment précise de la composition quantitative d'un peuplement (Barbault, 1981) car elle a l'inconvénient de donner un même poids à toutes les espèces quel que soit leur abondance (Barbault, 2008). C'est pourquoi on fait appel à la richesse moyenne qui correspond au nombre moyen d'espèces présentes dans un échantillon du biotope dont la surface a été fixée arbitrairement. Elle s'écrit de la manière suivante (Ramade, 1994) :

$$\bar{S} = \sum Si / N$$

- Si : richesse totale
- N : nombre de relevés.

10.1.3. Fréquences centésimales ou abondances relatives

L'abondance relative est l'un des paramètres les plus importants pour la description d'un peuplement. Elle représente le nombre d'individus du taxon (i) présents par unité de surface ou de volume et elle est donnée par la formule suivante (Ramade, 2003) :

$$F\% = \frac{ni}{N} \times 100$$

- F: Abondance relative des espèces d'un peuplement
- Ni: Nombre des individus de l'espèce i prise en considération
- N: Nombre total d'individus toutes espèces confondues.

10.1.4. Constance ou indice d'occurrence

La constance ou la fréquence d'occurrence est le rapport exprimé sous-forme de pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce (i) prise en considération par rapport au nombre total de relevés (Dajoz, 1982). Elle est donnée par la formule suivante (Faurie *et al.*, 2008) :

$$C\% = \frac{P_i \times 100}{N}$$

- C% : fréquence d'occurrence
- P_i : nombre de relevés contenant l'espèce i
- N : nombre total de relevés

La détermination du nombre de classes se fait en appliquant la règle de Sturge donnée par la formule suivante (Thibaut, 2002) :

$$N = 1 + (3,3 \log n)$$

- N : Nombre de classes
- n : nombre d'espèces présentes

L'intervalle des classes est donné par la formule suivante (Sofrane, 2014) :

$$IC = \frac{100\%}{\text{Nombre de classes}}$$

Une espèce est accidentelle, si $C\% < 25\%$ (espèce est présente au hasard sans aucun rôle dans le peuplement).

- Elle est accessoire, si $25\% \leq C\% \leq 50\%$ (n'appartient pas au peuplement mais sert à son fonctionnement).
- L'espèce est régulière, si $50\% \leq C\% \leq 75\%$
- Elle est constante, si la fréquence $75\% \leq C\% \leq 100\%$,
- Elle est et omniprésente si $C\% = 100\%$.

10.2. Indices écologiques de structure

Les indices écologiques de structure utilisés dans cette étude sont : l'indice de diversité de Shannon-Weaver et l'indice d'équitabilité de Pielou.

10.2.1. Indice de diversité de Shannon

Il existe de nombreux indices mesurant la diversité spécifique mais l'indice le plus utilisé est celui de Shannon (Blondel, 1986), il est donné par la formule suivante (Frontier, 1982) :

$$H' = -\sum P_i \log_2 P_i$$

- $P_i = n_i/N$

- **ni** : nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon
- **N** : nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon

Cet indice permet d'évaluer le nombre d'espèces composant un peuplement et leur abondance relative. Une communauté est d'autant plus diversifiée que l'indice sera grand (Viera Da Silva, 1979). L'évaluation de la diversité spécifique fait intervenir les abondances des espèces constitutives de la biocénose (Faurie *et al.*, 2008).

10.2.2. Indice d'équitabilité de Piélou

L'indice de diversité de Shannon est souvent accompagné par l'indice d'équitabilité de Piélou qui correspond au rapport de la diversité observée H à la diversité maximale H' . Il est donné par la formule suivante (Blondel, 1979) :

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

- E : Indice d'équitabilité
- H' : Indice de diversité de Shannon-Weaver
- H'_{\max} : Diversité maximale, elle est obtenue par la formule suivante :

$$H'_{\max} = \log_2 (s)$$

- S : Est le nombre d'espèces formant le peuplement.

L'équitabilité varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus (Ramade, 1994).

Quand l'équitabilité est proche de 1, elle traduit une distribution d'abondance proche de l'équilibre. A l'inverse quand elle est proche de zéro, la diversité observée est faible et traduit ainsi une distribution d'abondance fortement hiérarchisée.

10.2.3. Qualité de l'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage (QE) correspond au rapport du nombre d'espèces contactées une seule fois (a) au nombre total des relevés effectués (N) (Blondel, 1979). Elle est donnée par la formule suivante :

$$QE = a/N.$$

Ce rapport est en relation avec le nombre d'espèces recensées et le nombre de relevés (Ramade, 2003). Il permet de savoir si la qualité de l'échantillonnage est bonne (Ramade, 1984). Plus ce rapport se rapproche de zéro, plus la qualité de l'échantillonnage est bonne.

10.2.4. Similarité

Le calcul d'un coefficient de similitude permet de quantifier le niveau de similitude entre deux sites de point de vue faune acridienne. De nombreuses mesures de similarité existent, mais nous nous limiterons à l'indice de Jaccard, appelé aussi indice de communauté, qui est donné par la formule suivante :

$$\text{Indice de jaccard} = a / (a + b + c).$$

- **a** : Nombre d'espèces présentes dans les 2 relevés.
- **b** et **c** : Nombre d'espèces absentes d'un des 2 relevés.
- **d** : Nombre d'espèces absentes des 2 relevés mais présentes dans d'autres relevés (double absence).

Cet indice représente le cas de présence simultanée des deux espèces considérées, divisé par le cas où au moins l'une des deux est présente. Cet indice ne fait intervenir, donc, que les relevés dans lesquels au moins une des deux espèces est présente.

10.2.5. Etude statistique

Nous avons utilisé le logiciel PAST 3.04 (Hammer *et al.*, 2001) pour calculer les indices de diversité de Shannon, l'équitabilité de Pielou, et les modèles de distribution d'abondance des espèces. La corrélation entre la diversité des espèces acridiennes et l'altitude est déterminée par le test de corrélation de Spearman qui a été réalisé par le logiciel SPSS version 10.0. Les valeurs de corrélation entre :

- 0,00-0,19: Corrélation très Faible
- 0,20-0,39: Corrélation faible
- 0,40-0,59 : Corrélation moyenne
- 0,60-0,79 : Corrélation forte
- 0,80-1,00 : Corrélation très forte

Le test khi2 (χ^2) et l'analyse factorielle des correspondances (AFC) (Thibaut, 2002) ont été réalisés avec le logiciel XLSTAT (Copyright © 2016 Addinsoft).

CHAPITRE IV

RESULTATS ET DISCUSSION

I. RESULTATS

1. Composition de l'orthoptérofaune de la Kabylie des Babors

Les espèces acridiennes inventoriées dans la Kabylie des Babors sont regroupées dans le tableau 1 suivant :

Tableau 1. Composition en espèces acridiennes dans la Kabylie des Babors

Familles	Espèces	Zone Ouest	Zone Sud	Zone Est
		Nombre d'individus	Nombre d'individus	Nombre d'individus
Acrididae	<i>Acrida turrita</i> (Linné, 1758)	21	25	0
	<i>Aiolopus strepens</i> (Latreille, 1804)	67	67	64
	<i>Aiolopus puissant</i> (Defaut, 2005)	14	0	9
	<i>Eyprepocnemis plorans</i> (Charpentier, 18)	25	2	35
	<i>Heteracris annulosua</i> (Walker, 1870)	7	29	0
	<i>Heteracris littoralis</i> (Rambur, 1838)	3	1	0
	<i>Calliptamus barbarus</i> (Costa, 1836)	80	55	57
	<i>Calliptamus wattenwylianus</i> (Pantel, 1896)	16	18	1
	<i>Pezotettix giornae</i> (Rossi, 1794)	83	50	56
	<i>Anacridium aegyptium</i> (Linné, 1764)	43	14	32
	<i>Omocestus lucasii</i> (Brisout, 1850)	14	7	31
	<i>Omocestus raymondi</i> (Yersin, 1863)	16	3	34
	<i>Ochridia filicornis</i> (Krauss, 1902)	51	38	46
	<i>Doclostaurus jagoijagoi</i> (Soltani, 1978)	36	63	26
	<i>Acrotylus patruelis</i> (Herrich-Schaffer, 1858)	30	47	38
	<i>Acrotylus longipes</i> (Charpentier, 1845)	2	0	6
	<i>Acrotylus insubricus</i> (Scopoli, 1786)	30	57	48
	<i>Oedipoda caerulea sulfurea</i> (Saussure, 1884)	50	52	56
	<i>Oedipoda fuscocincta</i> (Lucas, 1849)	50	68	53
	<i>Thalpomena algeriana</i> (Lucas, 1849)	40	46	35
<i>Sphingonotus rubescens</i> (Walker, 1870)	3	0	0	
<i>Sphingonotus azureus</i> (Rambur, 1838)	12	0	7	
<i>Locusta migratoria cinerascens</i> (Bonnet et Finot, 1985)	7	1	6	
<i>Truxalis nasuta</i> (Linné, 1758)	2	0	1	
<i>Truxalis annulata</i> (Thunberg, 1815)	7	0	3	
Pamphagidae	<i>Pamphagus elephas</i> (Linné, 1758)	3	7	15
	<i>Ocneridia volxemii</i> (Bolivar, 1878)	0	25	19
	<i>Ocneridia nigropunctata</i> (Bolivar, 1916)	0	6	0
Pyrgomorphidae	<i>Pyrgomorpha conica</i> (Olivier, 1791)	9	15	3
Tetrigidae	<i>Paratettix meridionalis</i> (Rambur, 1839)	10	13	15
Total individus		731	709	696

Le tableau 1 montre la présence de 30 espèces et 2136 individus appartenant au sous ordre des Caelifères et se répartissant en quatre familles : les Acrididae, les Pamphagidae, les Pyrgomorphidae et les Tetrigidae et en onze sous familles : les Acridinae, les Eyprepocnemidinae, les Calliptaminae, les Pezotettiginae, les Cyrtacanthacridinae, les Gomphocerinae, les Oedipodinae, les Truxalinae, les Pamphaginae, les Pyrgomorphinae et les Tetriginae.

2. Répartition par familles taxonomiques

La famille des Acrididae est la plus présentée avec 25 espèces. Elle est suivie par les Pamphagidae avec 3 espèces, les Pyrgomorphidae et les Tetrigidae avec une seule espèce chacune (Tableau 1).

3. Répartition par sous familles taxonomiques

Les Oedipodinae dominent les peuplements et atteignent par ordre croissant 30,64% ; 34,57 et 38,60% respectivement dans la zone Ouest, Est et sud. Viennent, ensuite les Gomphocerinae où leur abondance relative s'élève à 18,87% dans la zone Est alors que les zone Ouest et Sud ont sensiblement des fréquences presque identiques dans la mesure où elles enregistrent 16,01% et 15,81%. Les Acridinae sont également bien représentés et comptent des fréquences qui sont presque identiques. On note, en effet, 13,95% dans la zone ouest, 13,11% dans la zone Sud et 19,95% dans la zone Est. De même, les Calliptaminae et les Pezotettiginae sont plus ou moins importants dans les trois zones, mais ils sont plus importants dans la zone Ouest où les taux enregistrés sont de 13,13% et 11,35%. Les Cyrtacanthacridinae sont moins fréquents car leur taux est à peine de 1,99% dans la zone Sud. En revanche aussi faible soient-ils, ils comptent des abondances de 5,88% et 4,41% respectivement dans les zones Ouest (5,88%) et Est (4,41%). Les Eyprepocnemidinae, les Truxallinae, les Pamphaginae, les Pyrgomorphinae et les Tetriginae ont des fréquences inférieures et peuvent être considérés comme peu importants par rapport à l'ensemble des peuplements (Tableau 2).

Tableau 2. Fréquences relatives des sous-familles acridiennes dans les trois zones

Sous Familles	Zone Ouest		Zone Sud		Zone Est	
	N	Fréquence	N	Fréquence	N	Fréquence
Acridinae	102	10,49	92	13,11	73	10,49

Eyprepocnemidinae	35	4,79	32	4,56	35	5,03
Calliptaminae	96	13,13	73	10,40	58	8,33
Pezotettiginae	83	11,35	50	7,12	56	8,05
Cyrtacanthacridinae	43	5,88	14	1,99	32	4,60
Gomphocerinae	117	16,01	111	15,81	137	19,68
Oedipodinae	224	30,64	271	38,60	249	35,78
Truxallinae	9	1,23	0	0	4	0,57
Pamphaginae	3	0,41	38	5,41	34	4,89
Pyrgomorphae	9	1,23	15	1,14	3	0,43
Tetriginae	10	1,37	13	1,85	15	2,16
	731	100	709	100	696	100

N : Effectif ou nombre d'individus.

4. Fréquence des espèces inventoriées

Les résultats des fréquences relatives des espèces étudiées sont consignés dans le tableau 3 suivant :

Tableau 3. Fréquences relatives des espèces dans les milieux d'étude.

Espèces	Zone Ouest		Zone Sud		Zone Est	
	N	F%	N	F%	N	F%
<i>Acrida turrta</i>	21	2,87	25	3,53	0	0,00
<i>Aiolopus strepens</i>	67	9,17	67	9,45	64	8,84
<i>Ailopus puissant</i>	14	1,92	0	0,00	9	1,24
<i>Eyprepocnemis plorans</i>	25	3,42	2	0,28	35	4,83
<i>Heteracris annulosus</i>	7	0,96	29	4,09	0	0,00
<i>Heteracris littoralis</i>	3	0,41	1	0,14	0	0,00
<i>Calliptamus barbarus</i>	80	10,94	55	7,76	57	7,87
<i>Calliptamus wattenwyl.</i>	16	2,19	18	2,54	1	0,14
<i>Pezotettix giornae</i>	83	11,35	50	7,05	56	7,73
<i>Anacridium aegyptium</i>	43	5,88	14	1,97	32	4,42
<i>Omocestus lucasii</i>	14	1,92	7	0,99	31	4,28
<i>Omocestus raymondi</i>	16	2,19	3	0,42	34	4,70
<i>Ochridia filicornis</i>	51	6,98	38	5,36	46	6,35
<i>Dociopterus jagoi jagoi</i>	36	4,92	63	8,89	26	3,59
<i>Acrotylus patruelis</i>	30	4,10	47	6,63	38	5,25
<i>Acrotylus longipes</i>	2	0,27	0	0,00	6	0,83
<i>Acrotylus insubricus</i>	30	4,10	57	8,04	48	6,63

<i>Oedipoda caer.sulfuresc.</i>	50	6,84	52	7,33	56	7,73
<i>Oedipoda fuscocincta</i>	50	6,84	68	9,59	53	7,32
<i>Thalpomena algeriana</i>	40	5,47	46	6,49	35	4,83
<i>Sphingonotus rubescens</i>	3	0,41	0	0,00	0	0,00
<i>Sphingonotus azurescens</i>	12	1,64	0	0,00	7	0,97
<i>Locusta migratoria</i>	7	0,96	1	0,14	6	0,83
<i>Truxalis nasuta</i>	2	0,27	0	0,00	1	0,14
<i>Truxalis annulata</i>	7	0,96	0	0,00	3	0,41
<i>Pamphagus elephas</i>	3	0,41	7	0,99	15	2,07
<i>Ocneridia volxemii</i>	0	0,00	25	3,53	19	2,62
<i>Ocneridia nigropunctata</i>	0	0,00	6	0,85	0	0,00
<i>Pyrgomorpha conica</i>	9	1,23	15	2,12	3	0,41
<i>Paratettix meridionalis</i>	10	1,37	13	1,83	15	2,07

N : Effectif ou nombre d'individus.

4.1. Zone ouest

Trois espèces possèdent des fréquences relativement élevées, ce sont *Pezotettix giornae* (11,35%), *Calliptamus barbarus* (10,94%) et *Aiolopus strepens* (9,17%). Trois espèces également des fréquences non moins importantes et il s'agit d'*Ochrilidia filicornis* (6,98%), *Oedipoda caerulescens sulfurescens* et *Oedipoda fuscocincta* (6,84% chacune). Le reste des espèces sont faiblement représentées et possèdent des fréquences relatives inférieures à 6% (Tableau 3).

4.2. Zone sud

Les espèces qui dominent dans cette zone sont en nombre de deux et il s'agit d'*Oedipoda fuscocincta* (9,59%) et *Aiolopus strepens* (9,45%). Elles sont suivies par *Dociostaurus jagoi jagoi* (8,89%), *Acrotylus insubricus* (8,04%), *Oedipoda caerulescens sulfurescens* (7,33%), *Calliptamus barbarus* (7,76%) et *Pezotettix giornae* (7,05%). Le reste des espèces enregistrent des taux faibles qui ne dépassent pas 7% (Tableau 3).

4.3. Zone Est

Aiolopus strepens se distingue dans cette zone puisqu'elle marque la fréquence la plus élevée (8,84%). Elle est suivie de près par *Calliptamus barbarus* (7,87%), *Pezotettix giornae* (7,73%), *Oedipoda caerulescens sulfurescens* (7,73%) et *Oedipoda fuscocincta* (7,32%). Le reste des espèces possèdent des fréquences faibles qui ne dépassent pas les 7% (Tableau 3).

5. Fréquences d'occurrence ou constance

Les résultats de la constance sont regroupés dans le tableau 4 suivant :

Tableau 4. Constance des espèces acridiennes dans les milieux étudiés

Espèces	Zone Ouest			Zone Sud			Zone Est		
	N	C%	Statut	N	C%	Statut	N		Statut
<i>A. turrita</i>	21	25,75	accessoire	25	21,21	accidentelle	0	0	
<i>A. strepens</i>	67	59	Régulière	67	76,38	constante	64	77,77	Constante
<i>A. puissanti</i>	14	9,10	accidentelle	0	0		9	27,77	Accessoire
<i>E. plorans</i>	25	31,81	accessoire	2	1,38	accidentelle	35	36,11	Accessoire
<i>H. annulosus</i>	7	6,10	accidentelle	29	11,11	accidentelle	0	0	
<i>H. littoralis</i>	3	4,54	accidentelle	1	1,38	accidentelle	0	0	
<i>C. barbarus</i>	80	77,27	Constante	55	76,38	constante	57	73,61	Régulière
<i>C wattenwylanus</i>	16	10,60	accidentelle	18	4,16	accidentelle	1	1,38	Accidentelle
<i>P. giornae</i>	83	56,10	Régulière	50	83,33	constante	56	68,05	Régulière
<i>A. aegyptium</i>	43	13,63	accidentelle	14	16,66	accidentelle	32	29,16	Accessoire
<i>O. lucasii</i>	14	18,18	accidentelle	7	20,83	accidentelle	31	30,55	Accessoire
<i>O. raymondi</i>	16	9,10	accidentelle	3	4,16	accidentelle	34	45,83	Accessoire
<i>O. filicornis</i>	51	48,48	accessoire	38	36,11	accessoire	46	63,88	Régulière
<i>D. jagoi jagoi</i>	36	42,42	accessoire	63	61,11	régulière	26	38,88	Accessoire
<i>A. patruelis</i>	30	57,57	Régulière	47	44,44	accessoire	38	41,66	Accessoire
<i>A. longipes</i>	2	3,03	accidentelle	0	0		6	4,16	Accidentelle
<i>A. insubricus</i>	30	60,60	Régulière	57	54,16	régulière	48	48,61	Accessoire
<i>O. c.sulfurescens</i>	50	78,78	Constante	52	50	régulière	56	52,77	Régulière
<i>O. fuscocincta</i>	50	68,18	Régulière	68	63,88	régulière	53	72,22	Régulière
<i>T. algeriana</i>	40	42,42	accessoire	46	30,55	accessoire	35	43,05	Accessoire
<i>S. rubescens</i>	3	4,54	accidentelle	0	0		0	0	
<i>S. azurescens</i>	12	9,10	accidentelle	0	0		7	4,16	Accidentelle
<i>L. migratoria</i>	7	6,06	accidentelle	1	1,38	accidentelle	6	6,94	Accidentelle
<i>T. nasuta</i>	2	1,51	accidentelle	0	0		1	1,38	Accidentelle
<i>T. annulata</i>	7	10,60	accidentelle	0	0		3	4,16	Accidentelle
<i>P. elephas</i>	3	3,03	accidentelle	7	6,94	accidentelle	15	12,50	Accidentelle
<i>O. volxemii</i>	0	0		25	6,94	accidentelle	19	8,33	Accidentelle
<i>O.nigropunctata</i>	0	0		6	2,77	accidentelle	0	0	
<i>P. conica</i>	9	7,57	accidentelle	15	9,72	accidentelle	3	1,38	Accidentelle

<i>P. meridionalis</i>	10	6,06	accidentelle	13	13,88	accidentelle	15	6,94	Accidentelle
Total	731			709			696		

N : Effectif ou nombre d'individus ; C% : Constante

5.1.Zone Ouest

Trois espèces sont constantes dans cette zone. Ce sont *Oedipoda caerulescens sulfurescens* (78,78%), *Calliptamus barbarus* (77,27%) et *Oedipoda fuscocincta* (68,18%). Les espèces régulières sont en nombre de six et il s'agit d'*A. strepens* (59%), *P. giornae* (56,10%), *A. patruelis* (57,57%) *A. insubricus* (60,60%).

5.2.Zone Sud

Trois espèces également sont constantes dans cette zone. C'est le cas de *P. giornae* (83,33%), *A. strepens* et *C. barbarus* (76,38%). Les espèces régulières sont en nombre de deux et il s'agit d'*O. fuscocincta* (63,88%) et *D. jagoi jagoi* (61,11%).

5.3.Zone Est

Une seule espèce est constante dans cette zone, il s'agit d'*A. strepens* (77,77%). Les espèces régulières sont en nombre de cinq et c'est le cas de *C. barbarus* (73,61%), *O. fuscocincta* (72,22%), *P. giornae* (68,05%), *O. filicornis* (63,88%) et *O. c.sulfurescens* (52,77%),

6. Richesses totale et moyenne

Les résultats de la richesse totale et moyenne sont regroupés dans le tableau 5 suivant :

Tableau 5. Richesse totale et moyenne dans les milieux étudiés

	Zone Ouest	Zone Sud	Zone Est
Taxa_S	28	24	25
Richesse totale	731	709	696
Nbre de relevés	66	72	71
Richesse moyenne	10,08	9,85	9,80

La plus grande richesse spécifique est enregistrée au niveau de la Zone Ouest (28 espèces). Même les richesses totale (731 individus) et moyenne (10,08) sont également les plus élevées. La Zone Sud et de l'Est ont sensiblement une richesse spécifique sensiblement identiques puisqu'elles sont respectivement de 24 et 25 espèces. Il en est de même pour la richesse totale et moyenne. Leurs valeurs sont respectivement de 709 et 696 individus pour la richesse totale et 9,85 et 9,80 pour la richesse moyenne (Tableau 5).

Les indices écologiques de composition ne suffisent pas pour mieux quantifier l'importance écologique d'une espèce par rapport aux autres, les indices écologiques de structure doivent être rajoutés.

7. Diversité Spécifique

Les résultats de l'indice de diversité de Shannon et de celui d'équitabilité de Pielou sont regroupés dans le tableau 6 suivant :

Tableau 6. Indices de diversité de Shannon (H) et d'équitabilité de Pielou pour les zones d'étude.

Paramètres	Zone Ouest	Zone Sud	Zone Est
Shannon_H	2,96	2,85	2,93
Equitabilité_J	0,89	0,90	0,91

Le tableau 6 montre que l'indice de diversité spécifique varie de 2,85 à 2,96 bits. La valeur la plus élevée de cet indice est observé dans la zone Ouest (2,96). Les zones Est et Sud possèdent des indices de diversité respectifs de 2,93 et 2,85.

8. Equitabilité

Les valeurs de l'équitabilité sont de 0,91 pour la zone Est, 0,90 pour la zone Sud et 0,89 pour la zone Ouest. Ces valeurs sont très proches de 1 pour l'ensemble des trois zones, ceci traduit une distribution d'abondance équilibrée (Tableau 6).

9. Similarité entre Zones

Les indices de similarité sont calculés sur la base de l'absence/présence de l'annexe 1. Les valeurs de la matrice de similarité sont regroupées dans le tableau 7. Ce dernier montre que la plus grande similarité est observée dans la paire Ouest et Est (Figure 35) où on a enregistré la valeur la plus élevée de 0,74 alors que la zone Sud est très éloignée de la zone Ouest, ce qui entraîne que celles-ci sont dissemblables. La « zone Est » bien qu'elle soit proche de celle du sud possède peu de ressemblance de vue acridofaune dans la mesure où la valeur enregistrée est de 0,58 (Tableau 7).

Tableau 7. Matrice de similarité de trois zones géographiques, Ouest, Sud et Est dans la région de la Kabylie des Babors.

	Zone Ouest	Zone Sud	Zone Est
Zone Ouest	1	0,63	0,74
Zone Sud		1	0,58
Zone Est			1

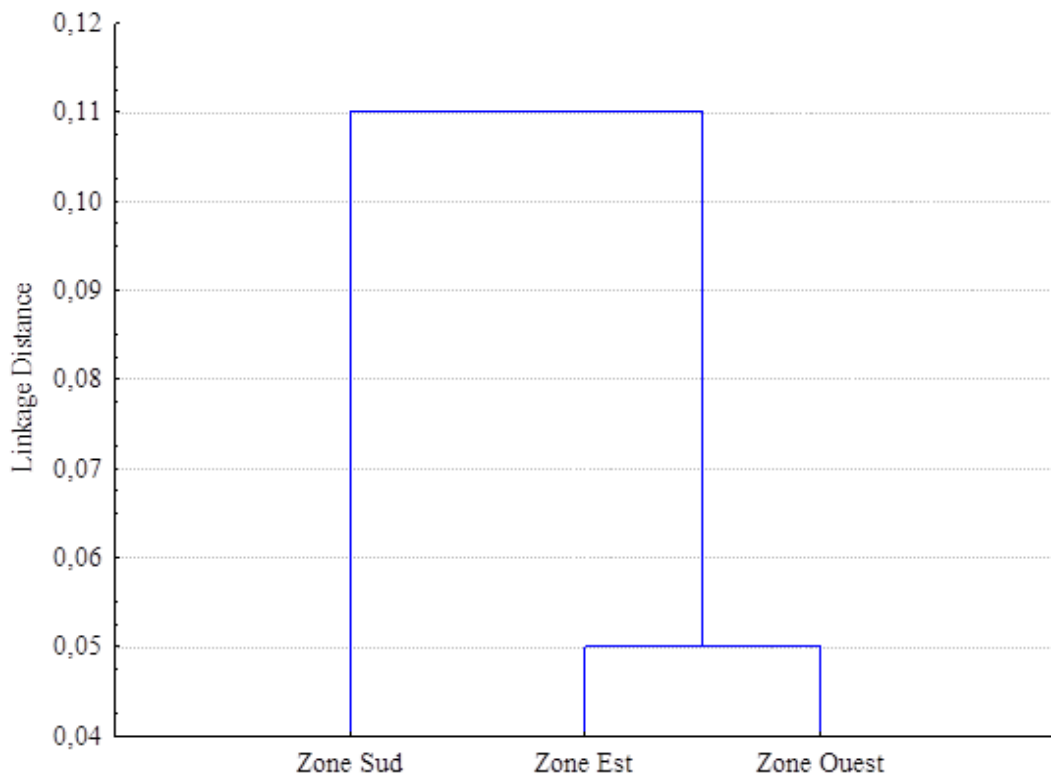


Figure 35. Diagramme de l'arbre hiérarchique ascendante pour trois zones géographiques, Ouest, Sud et Est dans la Kabylie des Babors (Tree Diagram) for 3 Variables, Single Linkage, Euclidean distances

10. Influence de l'altitude sur la richesse orthoptérique

La richesse totale augmente avec l'altitude, elle est de 184, 255 et 273 respectivement pour les stations basse, moyenne et haute altitude. De même la richesse moyenne s'élève progressivement de la basse à la haute altitude. En revanche, la richesse spécifique est plus élevée dans la station à moyenne altitude (600m) et sensiblement la même aussi bien à haute altitude (1100m) que dans celle à faible altitude (60m) (Figure 36).

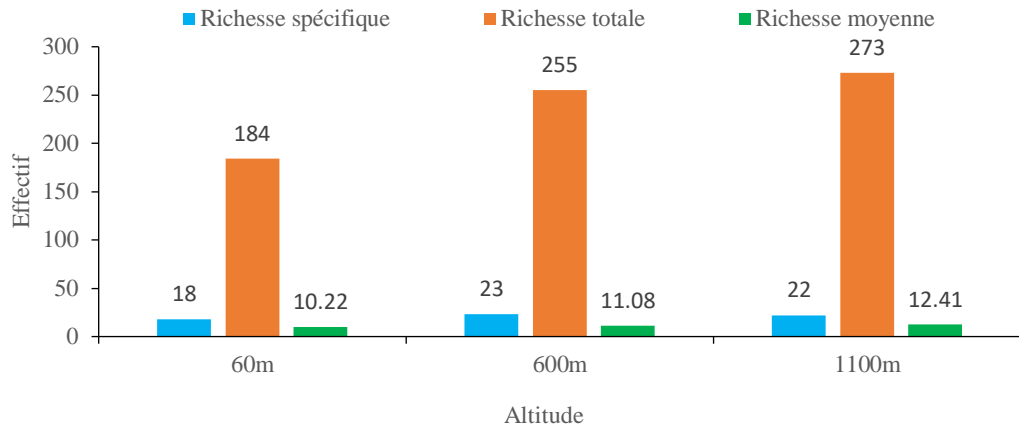


Figure 36. Influence de l'altitude sur les richesses spécifique, totale et moyenne dans 3 stations dans la région de Jijel

e

11. Influence de l'altitude sur la diversité et l'équitabilité

Les chiffres montrent que la diversité est importante en station à moyenne altitude, en effet l'indice de diversité de Shannon le plus élevé est enregistré en moyenne altitude (2,86 bits), contre 2,51 bits en basse altitude et 2,61 bits en haute altitude. La tendance à l'équilibre (équitabilité) entre les espèces acridiennes est plus ou moins importante à basse altitude (0,68) comparativement aux milieux à moyenne altitude (0,64) et haute altitude (0,62) (Figure 37).

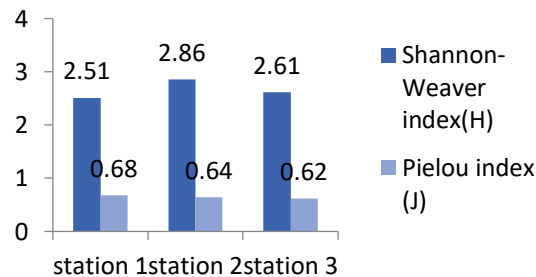


Figure 37 - Indices de Shannon et de Pielou

12. Modèles de distribution d'abondance des espèces acridiennes

Les résultats montrent que la communauté acridienne à basse et haute altitude suivent le modèle du bâton brisé ($\chi^2 = 10,68$; $P = 0,64$ et $\chi^2 = 3,32$; $P = 0,99$) (Figure 38a et 38c), alors que celle du milieu à moyenne altitude suit le modèle géométrique de Motomura ($k = 0,15$; $\chi^2 = 5,13$ et $P = 0,92$) (Figure 38b).

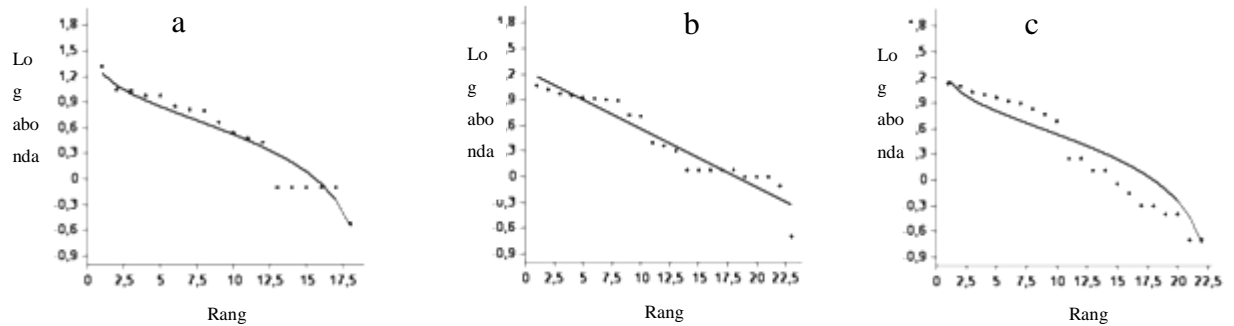


Figure 38 - Modèles de distribution d'abondance des espèces acridiennes dans trois stations à différentes altitudes à Jijel.

a : Modèle bâton brisé; b :Modèle géométrique ; c :Modèle bâton brisé.

13. Analyse factorielle des correspondances

Dans le but de déterminer les différents assemblages orthoptériques et les espèces qui caractérisent chacun des assemblages, on a établi une matrice de 67 relevés et 30 espèces afin de soumettre ces derniers à une analyse factorielle des correspondances. Celle-ci montre un échelonnement des espèces acridiennes selon les deux axes principaux : un échelonnement des espèces acridiennes selon les deux axes principaux : en effet les espèces s'échelonnent selon un gradient d'humidité et progresse de la gauche vers la droite du premier axe d'une part et d'autre part les espèces qui s'échelonnent selon un gradient d'altitude qui progresse du bas vers le haut du deuxième axe. L'axe 1 et l'axe 2 ont des inerties respectives de 63,60% et 36,40%. Ils donnent, par gradient altitudinal trois groupes :

➤ le premier groupe comprend neuf espèces qui fréquentent les milieux de basse altitude, ce sont : *H.annulosa*, *H.littoralis*, *P.meridionalis*, *T.annulata*, *T.nasuta*, *A.aegyptium*, *A.turrita*, *E.plorans* et *A.longipes*.

➤ le deuxième groupe se compose de 18 espèces qui sont *O.caerulescens sulfurescens*, *O.fuscocincta*, *C.barbarus*, *C.wattenwylanus*, *A.strepens*, *A.puissanti*, *T.algeriana*, *P.giornae*, *L.migratoria*, *O.filicornis*, *S.rubescens*, *S.azurescens*, *O.lucasii*, *O.raymondi*, *D.jagoi jagoi*, *A.insubricus*, *A.patruelis* et *P.conica*.

➤ Le troisième Groupe renferme les espèces acridiennes qui fréquentent préférentiellement les milieux de haute altitude, il contient 3 espèces : *Ocneridia volxemii*, *Ocneridia nigropunctata* et *Pamphagus elephas* (Figure 39).

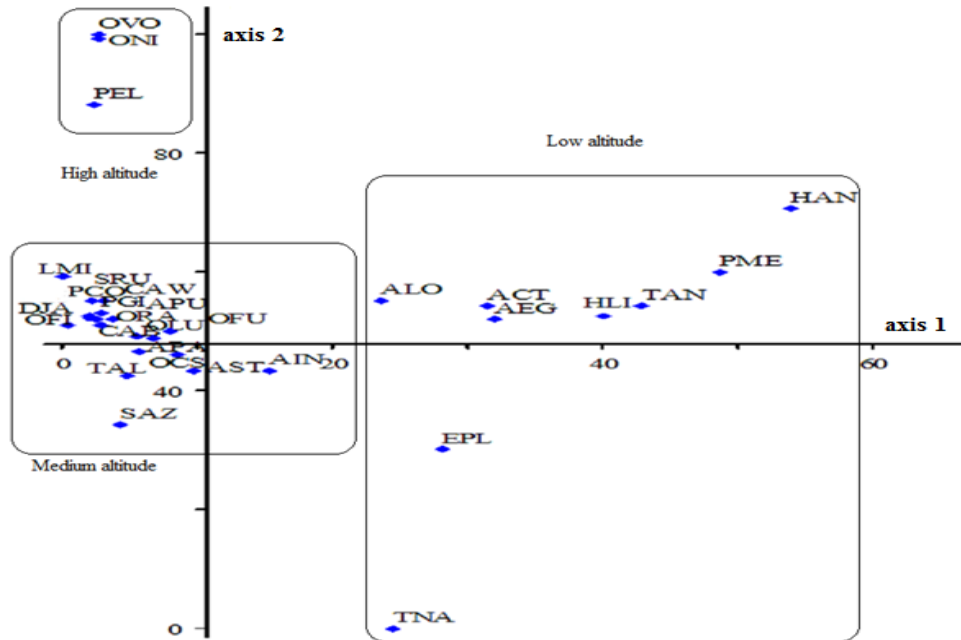


Figure 39. Analyse factorielle des correspondances de la distribution altitudinale des acridiens

HAN (*H.annulosa*), HLI (*H.littoralis*), PME (*P.meridionalis*), TAN (*T.annulata*), TNA(*T.nasuta*), AEG (*A.aegyptium*), ACT (*A.turrita*), EPL (*E.plorans*), ALO (*A.longipes*), OCS (*O. caerulescens sulfurescens*), OFU (*O.fuscocincta*), CBA (*C.barbarus*), CWA (*C.wattenwylanus*), AST(*A.strepens*), APU(*A.puissantii*), TAL (*T.algeriana*), PGI (*P.giornae*), LMI (*L.migratoria*), OFI (*O.filicornis*), SRU (*S.rubescens*), SAZ (*S.azurescens*), OLU (*O.lucasii*), ORA (*O.raymondi*), DJA (*D.jagoi jagoi*), AIN (*A.insubricus*), APA (*A.patruelis*), PCO (*P.conica*), OVO (*Ocneridia volxemii*), ONI (*Ocneridia nigropunctata*), PEL (*Pamphagus elephas*).

14. Corrélation entre la diversité/abondance acridiennes et l'altitude

La corrélation entre les la richesse spécifique en espèces acridiennes et l'altitude et entre l'abondance des espèces acridiennes montre que celle-ci est significative à $P < 0.001$. La valeur du coefficient de corrélation de Spearman est de 0,346 pour la paire richesse spécifique/altitude (Tableau 16) et 0,270 entre abondance/altitude (Tableau 17). Cette corrélation est considérée comme relativement faible et sa tendance est positive.

Tableau 8. Corrélation entre la diversité acridienne et l'altitude.

Corrélation			Altitude	Diversité
Spearman's rho	Altitude	Coefficient de corrélation	1.000	0.346**
		Sig. (2-tailed)	.	.000
		N	315	315
	Diversité	Coefficient de corrélation	0.346**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.000	.
		N	315	315

** Corrélation significative à une probabilité de 0,01(2-tailed).

Tableau 9. Corrélation entre l'abondance acridienne et l'altitude.

Corrélation			Altitude	Abondance
Spearman's rho	Altitude	Coefficient de corrélation	1.000	0.270**
		Sig. (2-tailed)	.	.000
		N	315	315
	Abondance	Coefficient de corrélation	0.270**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.000	.
		N	315	315

** Corrélation significative à une probabilité de 0,01 (2-tailed).

15. Etude des structures génitales mâles des espèces acridiennes

15.1. *Acrida turrita* (Figure 40a)

La plaque supra-anale est aussi longue que large ; elle est de forme presque triangulaire avec un apex pointu. Les cerques sont d'une longueur moyenne, de diamètre uniforme avec un bout arrondi (Figure 40b). La plaque sous-génitale, de forme conique, est également longue, étroite, et elle se termine à sa base par une remarquable aiguille (Figure 40c).

Le pont de l'épiphalle est mince et courbé vers le bas, les ancorae sont larges et très pointus à leurs extrémités. Les lophi portent deux lobes (bilobés) : l'un large et relativement long et l'autre court et recourbé vers le haut. Les plaques latérales sont caractérisées par des projections antérieures bien développées et des projections postérieures longues et angulaires (Figure 40d).

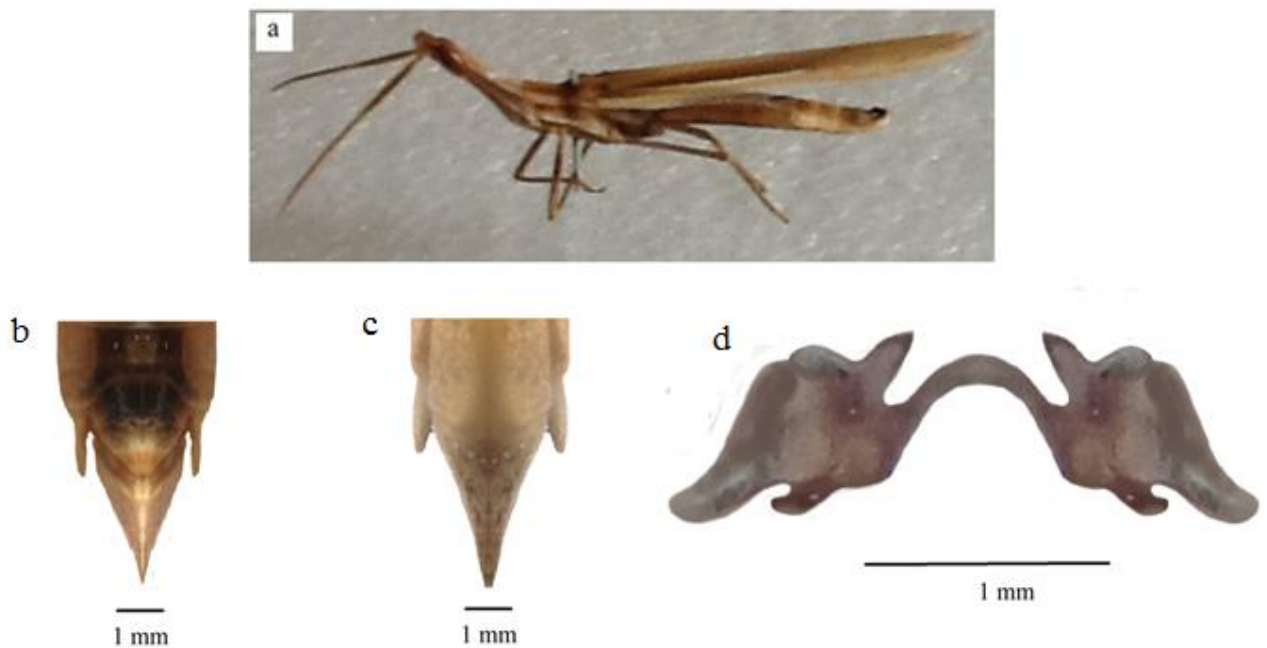


Figure 40. *Acrida turrita*

(a) plaque supra-anale ; (b) plaque sous-génitale, (c) Epiphalle

15.2. *Aiolopus strepens* (Figure 41a)

La Plaque supra-anale apparaît divisée en deux parties : la partie supérieure sous forme rectangulaire avec un sillon longitudinal qui la découpe horizontalement en deux parties égales et la partie inférieure sous forme triangulaire se terminant par un bout légèrement pointu et possédant deux creux verticaux et parallèles. L'apex est conique et obtus, les cerques sont grands, de diamètre uniforme à un apex obtus (Figure 41b). La plaque sous-génitale est courte, subconique, et son apex est légèrement pointu (Figure 41c).

L'épiphalle ayant un pont court presque droit et légèrement gros tandis que les ancorae sont robustes, ils sont larges à leur base et se rétrécissent vers leur partie antérieure pour devenir pointus et légèrement recourbés vers à leurs extrémités. Les lophi sont grands et lobi formes, gonflés du coté interne et se rétrécissant à leurs extrémités, les plaques latérales sont développées (Figure 41d).

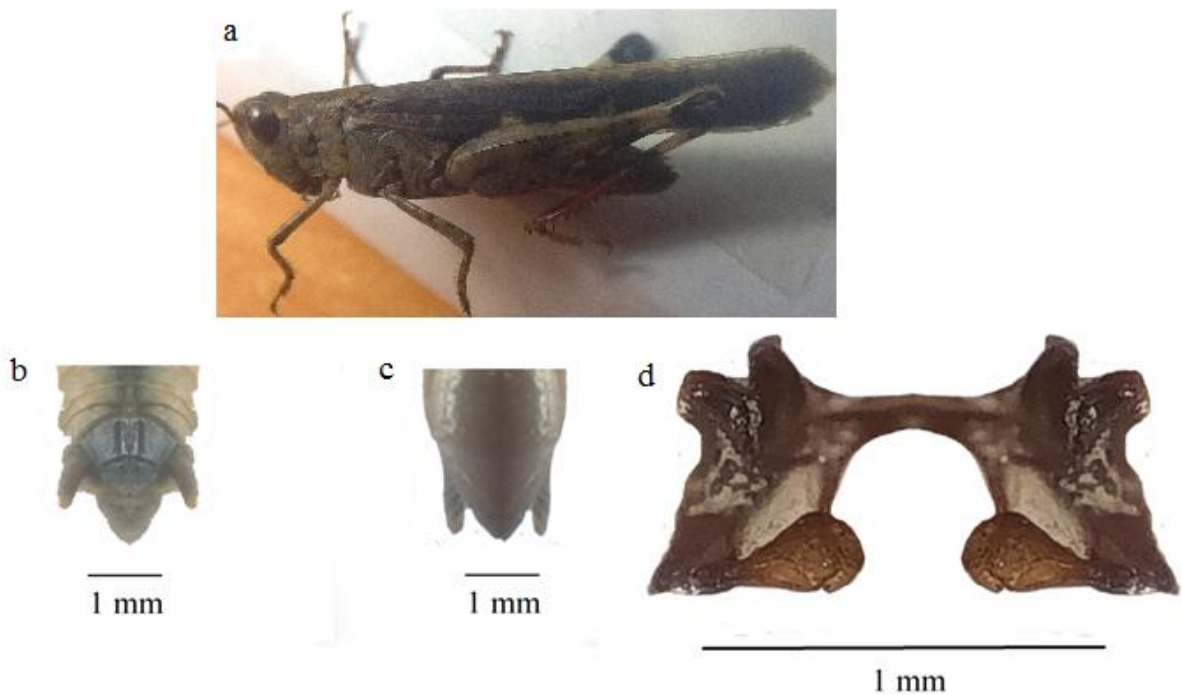


Figure 41. *Aiolopus strepens*

(a) vue générale; (b) plaque supra-anale; (c) plaque sous-génitale; (d) Epiphalle.

15.3. *Aiolopus puissantii* (Figure 42a)

La plaque supra-anale est divisée en deux parties comme dans le cas d'*Aiolopus strepens*, la partie supérieure sous forme rectangulaire avec un sillon longitudinal qui la découpe en deux parties égales alors que la partie inférieure est de forme triangulaire et légèrement pointue à son extrémité (Figure 42b). La plaque sous-génitale est plus longue que celle observée chez *A.strepens*, elle est conique et arrondie à son extrémité (Figure 42c).

Le pont de l'épiphalle est gros et court, les ancorae sont moyens, légèrement courbés vers l'intérieur et pointus à leurs extrémités. Les lophi sont lobiformes à extrémités arrondies. Les plaques latérales sont bien développées (Figure 42d).

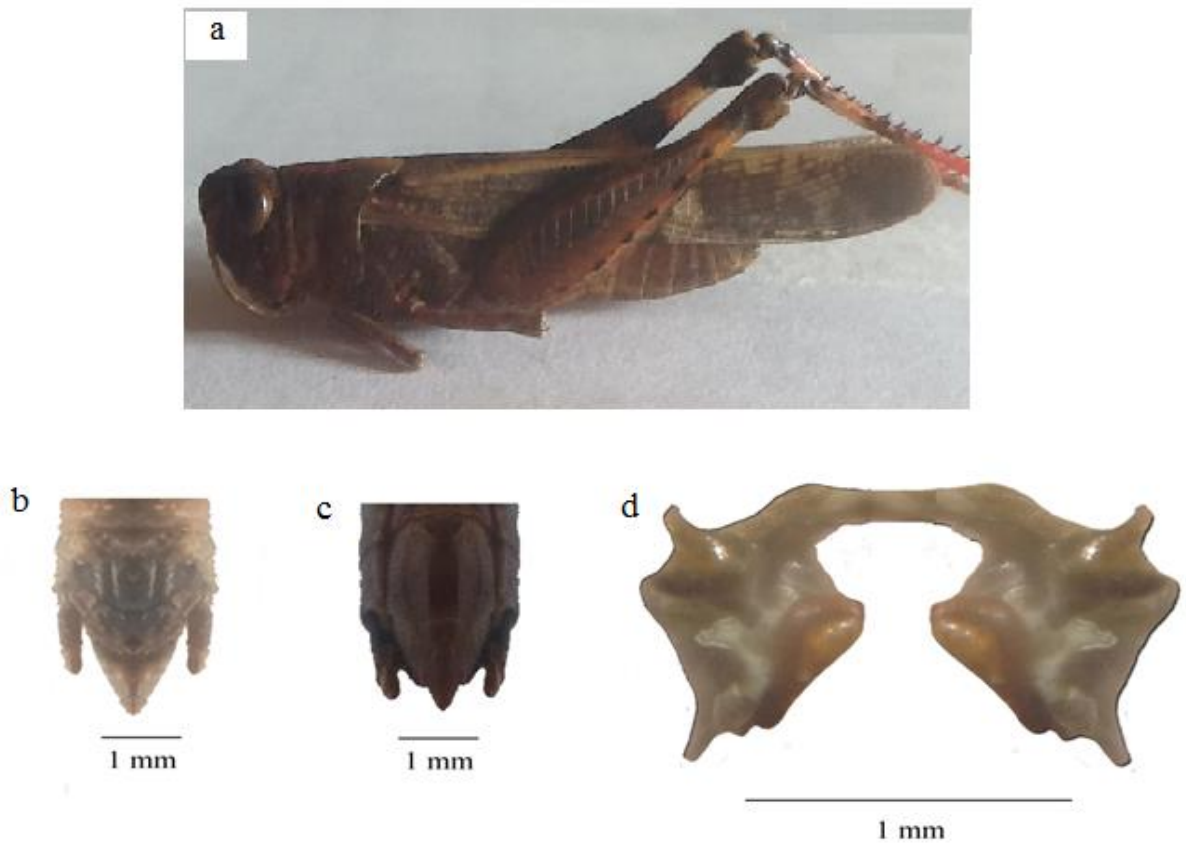


Figure 4. *Aiolopus puissantii*

(a) vue générale; (b) plaque supra-anale; (c) plaque sous-génitale; (d) Epiphalle.

15.4. *Pezotettix giornae* (Figure 43a)

La plaque supra-anale est plus large que longue, il existe une grande concavité qui commence de la base de la plaque et se termine à son extrémité. Cette dernière étant pointue. Les cerques sont petits à extrémités pointues (Figure 43b). La plaque sous-génitale est plus longue que large à apex arrondi (Figure 43c).

L'Epiphalle ayant un pont arqué est de longueur moyenne ; il est surmonté de deux ancorae qui sont élargis à leur base et rétrécis à leurs extrémités. Les plaques latérales sont développées et ayant des projections antérieures petites à extrémités pointues situées de part et d'autre des ancorae et des projections postérieures plus importantes. Les lophi sont très grands et arrondis à leur base, et se distinguent chacun par un sinus latéral de chaque côté de celui-ci. Il existe deux remarquables tubercules et deux excroissances sur les deux cotés internes des plaques latérales laissant apparaitre une grande concavité (Figure 43d).

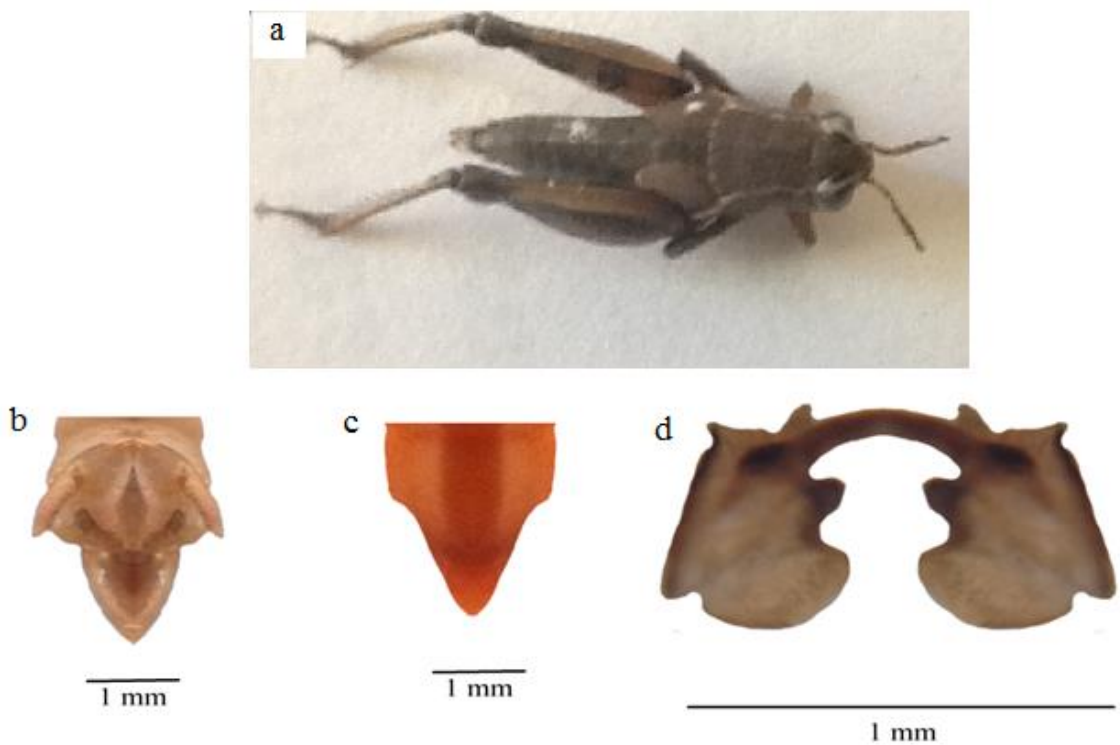


Figure 43. *Pezotettix giornae*

(a) vue générale; (b) plaque supra-anale; (c) plaque sous-génitale; (d) Epiphalle.

15.5. *Heteracris annulosa* (Figure 44a)

La plaque supra-anale est aussi longue que large, il existe un large sillon longitudinal qui commence de la base de la plaque et qui s'élargisse jusqu'à son milieu formant deux parties égales, la partie inférieure de la plaque est triangulaire et se termine par un apex arrondi (Figure 44b). La plaque sous-génitale est plus longue que large, elle est de forme arrondie et grossièrement enflée (Figure 44c).

Le pont de l'épiphalle est très court, robuste et arqué à son côté interne où il est muni de deux petites dents. Les ancorae sont robustes et incurvés, ils sont munis à leurs extrémités de deux petits prolongements rappelant la forme d'un peigne. Les lophi ont légèrement la forme d'un rein et sont munis chacun à leurs côtés internes d'un tubercule (Figure 44d).



Figure 44. *Heteracris annulosa*

(a) vue générale; (b) plaque supra-anale; (c) plaque sous-génitale; (d) Epiphalle.

15.6. *Heteracris littoralis* (Figure 45a)

La plaque supra-anale est aussi longue que large comme dans le cas précédent, il existe une large carène latérale de couleur marron clair qui traverse la plaque en son milieu. La partie basale de la plaque est divisée en deux parties : la partie inférieure de la plaque est triangulaire et se caractérise par une large concavité en son milieu, La partie supérieure est arrondie à son apex (Figure 45b). La plaque sous-génitale est plus large que longue et de forme arrondie, elle est concave en son milieu et elle est plus ou moins boursouflée de part et d'autre de cette concavité, ce qui la différencie d'*H. annulosa* (Figure 45c).

Le pont de l'épiphalle est de couleur marron clair, robuste, court et arqué vers l'intérieur. Les ancorae de couleur marron foncé, sont longs et robustes ; ils sont incurvés et montrent deux importantes dents situées en leur milieu. Les lophi ont la forme d'un grand lobe possédant une extrémité obtuse (Figure 45d).

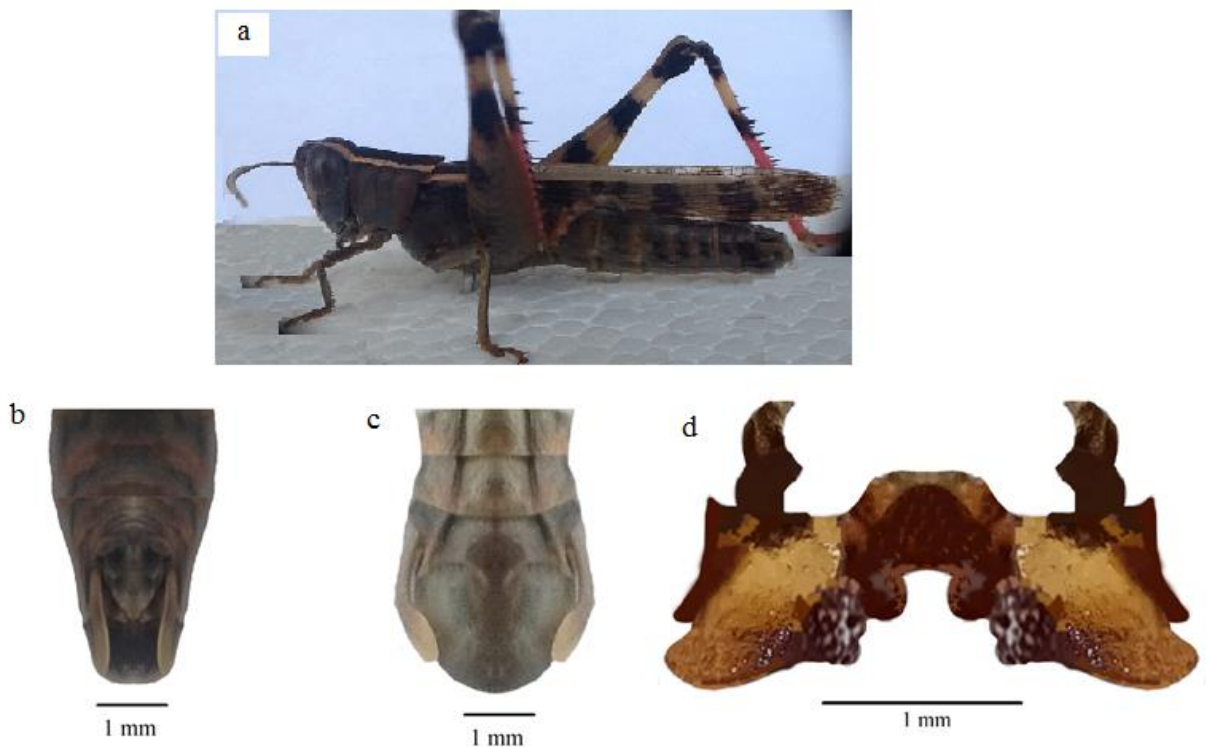


Figure 45. *Heteracris littoralis*

(a) vue générale; (b) plaque supra-anale; (c) plaque sous-génitale; (d) Epiphalle.

15.7. *Eyprepocnemis plorans* (Figure 46a)

La plaque supra-anale est aussi longue que large, ayant une extrémité postérieure arrondie alors que son extrémité antérieure est en forme d'entonnoir. Elle est traversée par une forme elliptique à sa partie antérieure qui se prolonge par une forme rétrécie en avant et plus ou moins élargie dans sa partie postérieure. De part et d'autre, il existe deux carènes latérales qui délimitent la plaque supra anale en deux parties sensiblement égales. Les cerques élargis à leur base s'effilent au fur et à mesure (effilés). Ils sont légèrement recourbés vers l'intérieur du corps (Figure 46b). La plaque sous-génitale est longue, de forme conique et son apex est élargi à sa partie antérieure et rétréci à sa partie postérieure (Figure 46c).

L'épiphalle possède un pont court et se distingue par un renflement circulaire en son milieu. Les ancorae sont petits et courbés vers l'extérieur et ayant chacun à leurs bases et de part et d'autre deux petites dents. Les lophi de forme quadrangulaire sont très grands et teintés de marron sur leur pourtour pour devenir jaune dans leur milieu (Figure 46d).

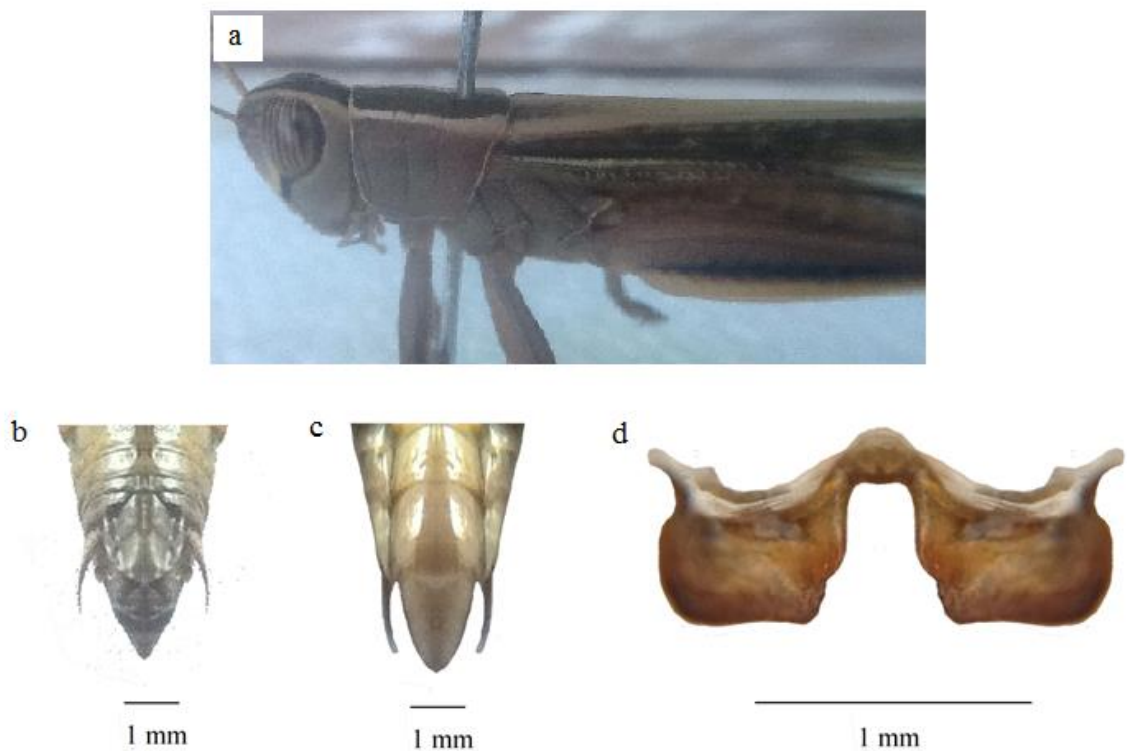


Figure 46. *Eyprepocnemis plorans*

(a) vue générale; (b) plaque supra-anale; (c) plaque sous-génitale; (d) Epiphalle.

15.8. *Anacridium aegyptium* (Figure 47a)

La plaque supra-anale est large et légèrement incurvée ; elle est munie de trois petits lobes. Elle de couleur marron foncé est rétrécie dans partie supérieure et élargie dans sa partie basale. Les cerques sont longs et sont recourbés vers l'intérieur du corps (Figure 47b). La plaque sous-génitale est plus longue que large et elle est caractéristique par la présence de digitation (en forme de doigts) à son extrémité postérieure et il y a trois prolongements en forme de doigt (Figure 47c).

Le pont de l'épiphalle est large, robuste et recourbé. Les ancorae de couleur marron sont longs, spiralé à leur base et comprennent une ride chacun. Les lophi de couleur jaune sont coniques, creux à leur extrémité postérieure, à ouverture large et à extrémités postérieures se rétrécissant au fur et à mesure pour devenir pointues (Figure 47d).

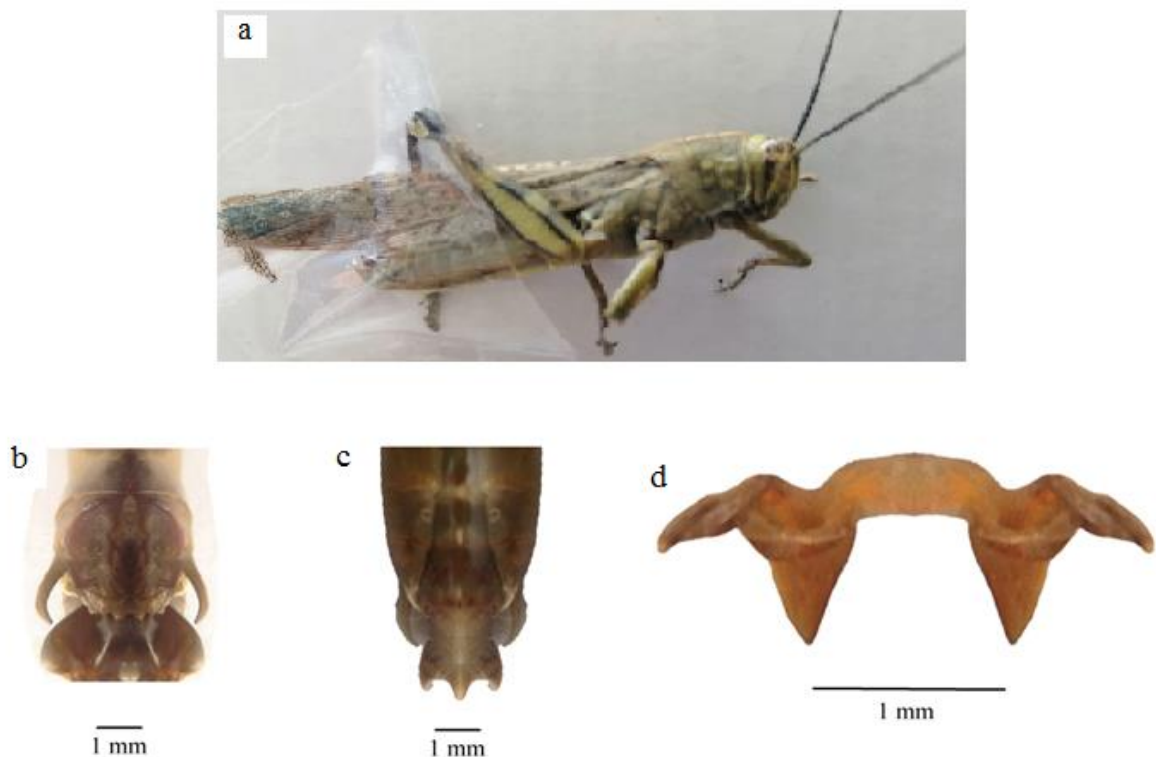


Figure 47. *Anacridium aegyptium*

(a) vue générale; (b) plaque supra-anale; (c) plaque sous-génitale; (d) Epiphalle.

15.9. *Acrotylus patruelis* (Figure 48a)

La plaque supra-anale est petite, apparaît divisée en deux parties : une partie supérieure en forme de toit légèrement élevée par rapport à la deuxième partie qui est triangulaire et se terminant par un apex légèrement pointu, les cerques sont petits, de diamètre uniforme mais larges à la base et avec des bouts arrondis (Figure 48b). La plaque sous-génitale est aussi longue que large, conique avec un apex pointu. Elle est traversée par une ligne longitudinale plus ou moins claire par rapport à l'ensemble de la coloration de la plaque (Figure 48c).

L'Epiphalle ayant un pont long, robuste et légèrement courbé est convexe en son milieu. Il est pourvu de deux ancorae robustes à extrémités recourbées. Au-dessous des ancorae, il existe deux prolongements de part et d'autre du pont de l'epiphalle où sont suspendus deux réceptacles. Les plaques latérales sont situées de part et d'autre des deux extrémités du pont de l'epiphalle. Les lophi sont assez grands et ils sont formés de deux parties distinctes, l'une étroite et arrondie et l'autre foncé et pointu en forme de dent dans sa partie antérieure (Figure 48d).

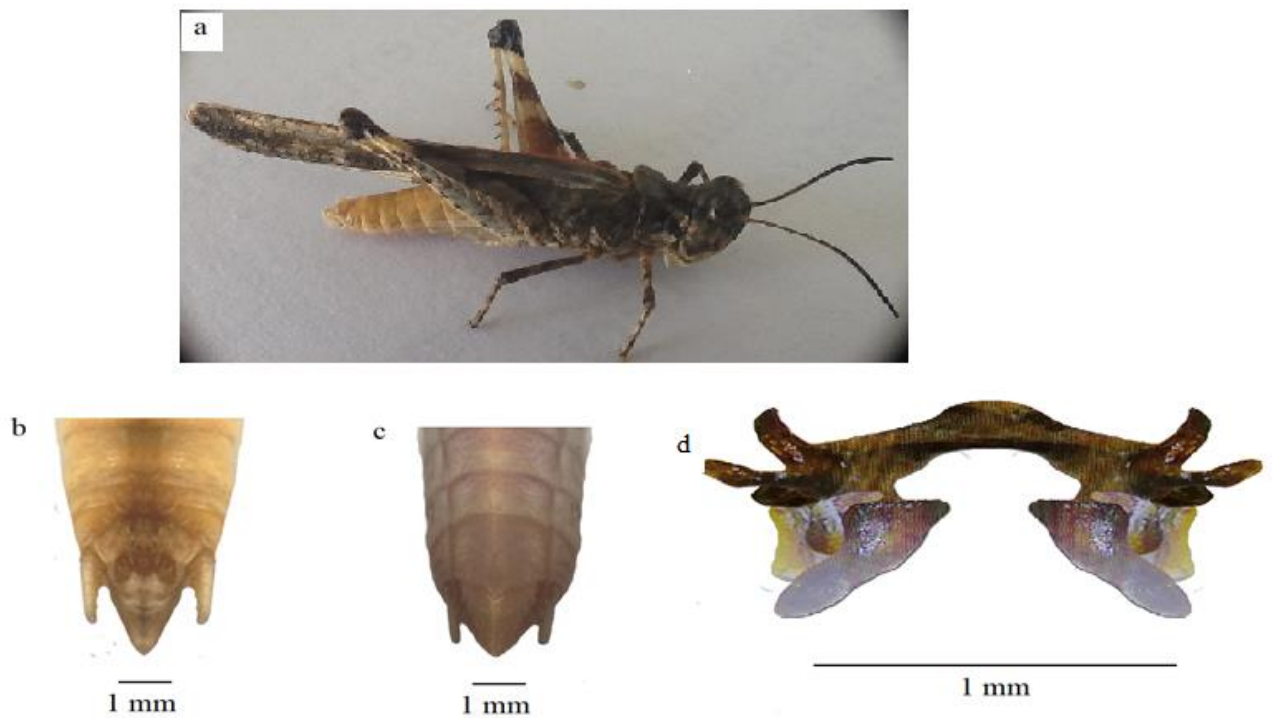


Figure 48. *Acrotylus patruelis*

(a) vue générale; (b) plaque supra-anale; (c) plaque sous-génitale; (d) Epiphalle.

15.10. *Acrotylus longipes* (Figure 49a)

La plaque supra-anale est petite, triangulaire et dentée à apex légèrement pointu ; les cerques sont petits à extrémités arrondies (Figure 49b). La plaque sous-génitale est également petite, plus large que longue, conique et dentée à son extrémité. Les lophi sont assez grands et ils sont formés de deux parties distinctes, l'une étroite et arrondie et l'autre foncée et pointue en forme de dent dans sa partie antérieure. Elles ressemblent à celles de *A.patruelis* (Figure 49c).

Le pont de l'épiphalle est presque identique à celui d'*A. patruelis* sauf qu'il est délimité en son milieu au niveau du renflement par deux carènes de couleur noire. Les prolongements situés au-dessous des ancorae sont plus courts et les réceptacles ainsi que les plaques latérales sont plus allongés et plus développées avec des projections antérieures plus grandes (Figure 49d).

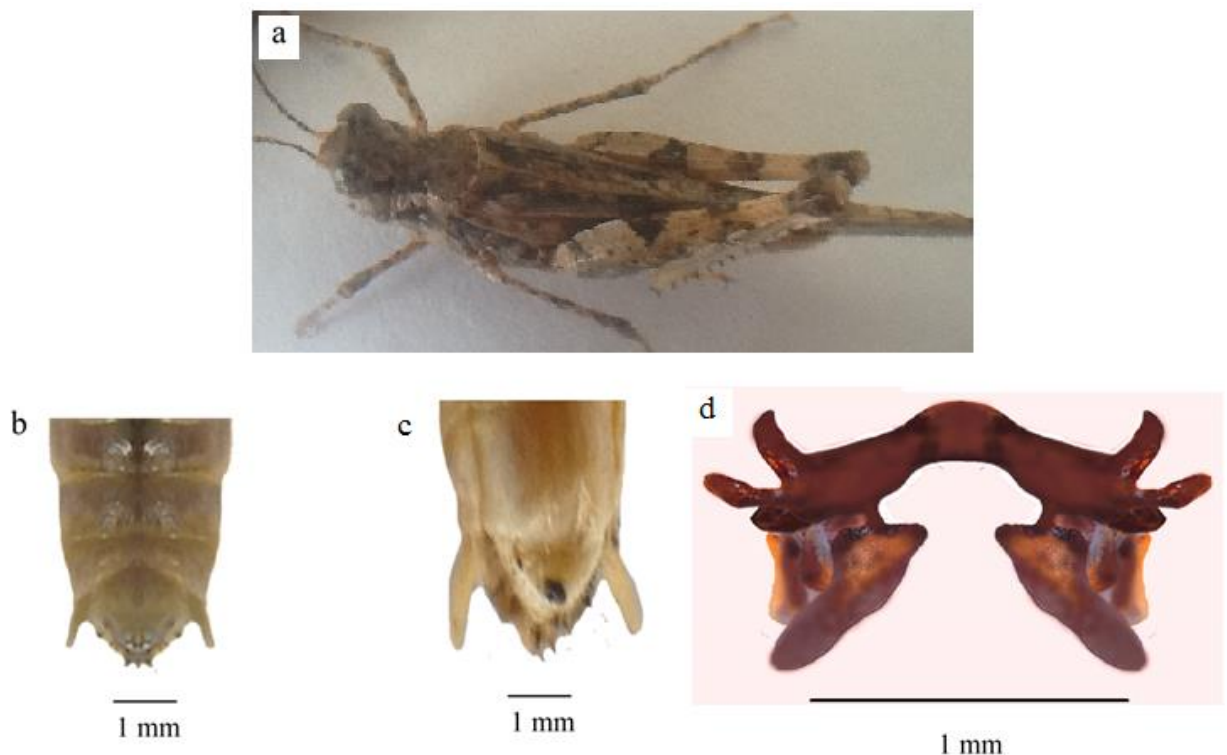


Figure 49. *Acrotylus longipes*

(a) vue générale; (b) plaque supra-anale; (c) plaque sous-génitale; (d) Epiphalle.

15.11. *Acrotylus insubricus* (Figure 50a)

La plaque supra-anale est aussi longue que large, elle est divisée en deux parties de forme ovale. Les cerques sont petits et minces (Figure 50b). La plaque sous-génitale est légèrement plus longue que large ; elle est de forme conique (Figure 50c).

Le pont de l'épiphalle, en forme d'entonnoir en son milieu, est robuste, long et légèrement élargi à ses deux extrémités. Les ancorae sont identiques à ceux des deux espèces. Quant aux plaques latérales, elles sont développées et se distinguent par une légère concavité chacune. Les lophi sont arrondis à leur extrémité postérieure et présentent une sorte de dent à leur extrémités antérieures, ils sont séparés chacun par trois cloisons formant quatre parties reconnaissables par leur couleur (Figure 50d).

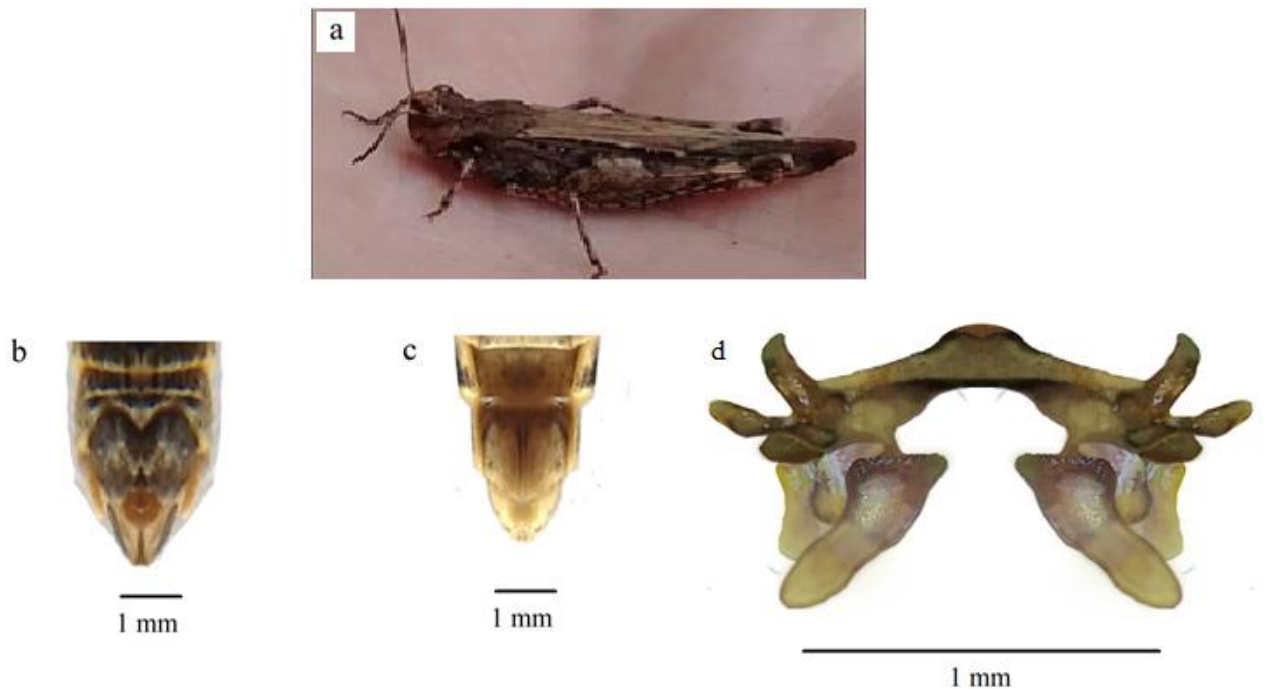


Figure 50. *Acrotylus insubricus*

(a) vue générale; (b) plaque supra-anale; (c) plaque sous-génitale; (d) Epiphalle.

15.12. *Oedipoda caerulescens sulfurescens* (Figure 51a)

La plaque supra-anale est aussi large à son extrémité antérieure que longue. De forme triangulaire, elle se distingue par un apex anguleux (Figure 51b). La plaque sous-génitale est petite, plus longue que large avec un apex arrondi. Les cerques sont petits et courts, de diamètre uniforme et pointus à leur extrémité (Figure 51c).

Le pont de l'épiphalle est droit. Il porte deux ancorae recourbés et pointus à leur extrémité et deux volumineux tubercules situés sous les ancorae. Il existe deux sclérites cylindriques de chaque côté de l'épiphalle. Ce sont des plaques latérales développées ayant de grandes projections antérieures et des projections postérieures importantes. Les lophi longs et en forme de fuseau, ont de longues aiguilles à leur extrémités postérieures (Figure 51d).

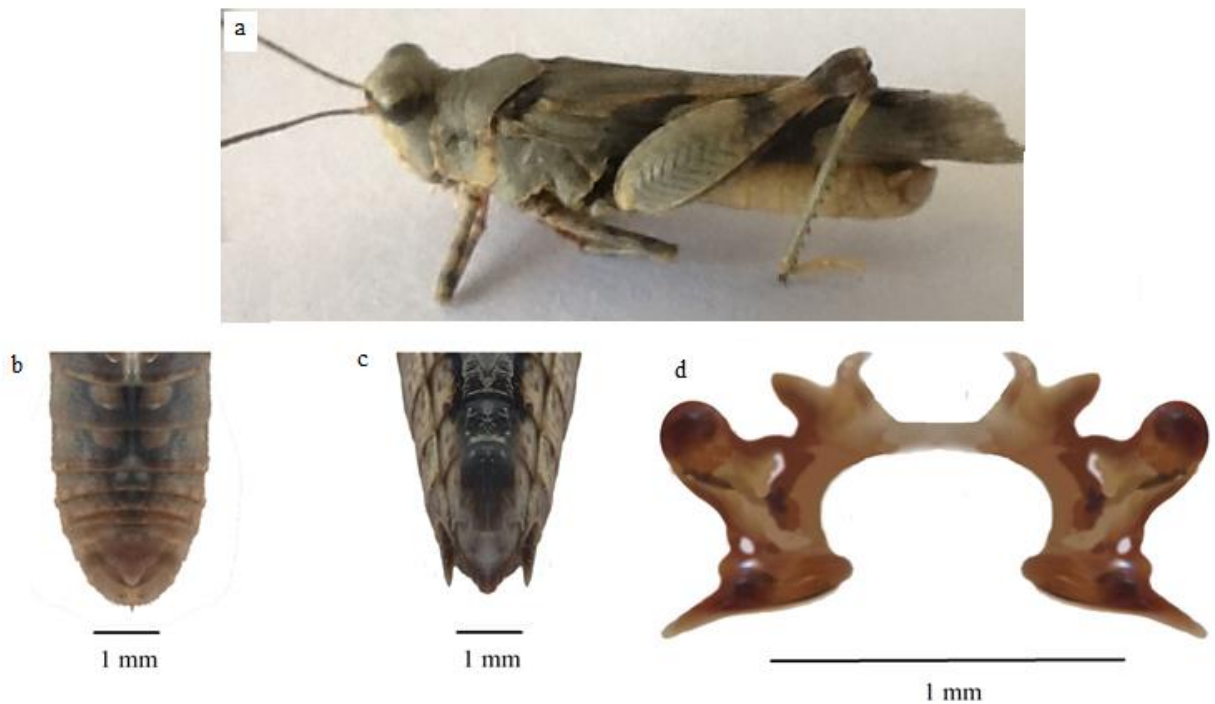


Figure 51. *Oedipoda caerulescens sulfurescens*

(a) vue générale; (b) plaque supra-anale; (c) plaque sous-génitale; (d) Epiphalle.

15.13. *Oedipoda fuscocincta* (Figure 52a)

La plaque supra-anale est triangulaire, aussi longue que large à extrémité arrondie, les cerques, à peine visibles, sont courts et se termine en pointe (Figure 52b). En face ventrale, les cerques apparaissent longs à extrémité bien aiguisée. La plaque sous-génitale est plus longue que large, triangulaire et se termine par à apex arrondi (Figure 52c).

Le pont de l'épiphalle est long et droit. Comme pour *O.caerulescens sulfurescens* les deux ancorae sont incurvés et aiguisés à leur extrémité. Les sclérites sont cylindriques et situés juste au-dessus des lophi. Les plaques latérales développées ayant de grandes projections antérieures et des projections postérieures importantes et deux volumineux tubercules situés sous les ancorae. Les lophi longs mais plus robustes et en forme de fuseau, ont de longues aiguilles plus longues à leur extrémité postérieures que celle d'*O. caerulescens sulfurescens* (Figure 52d).

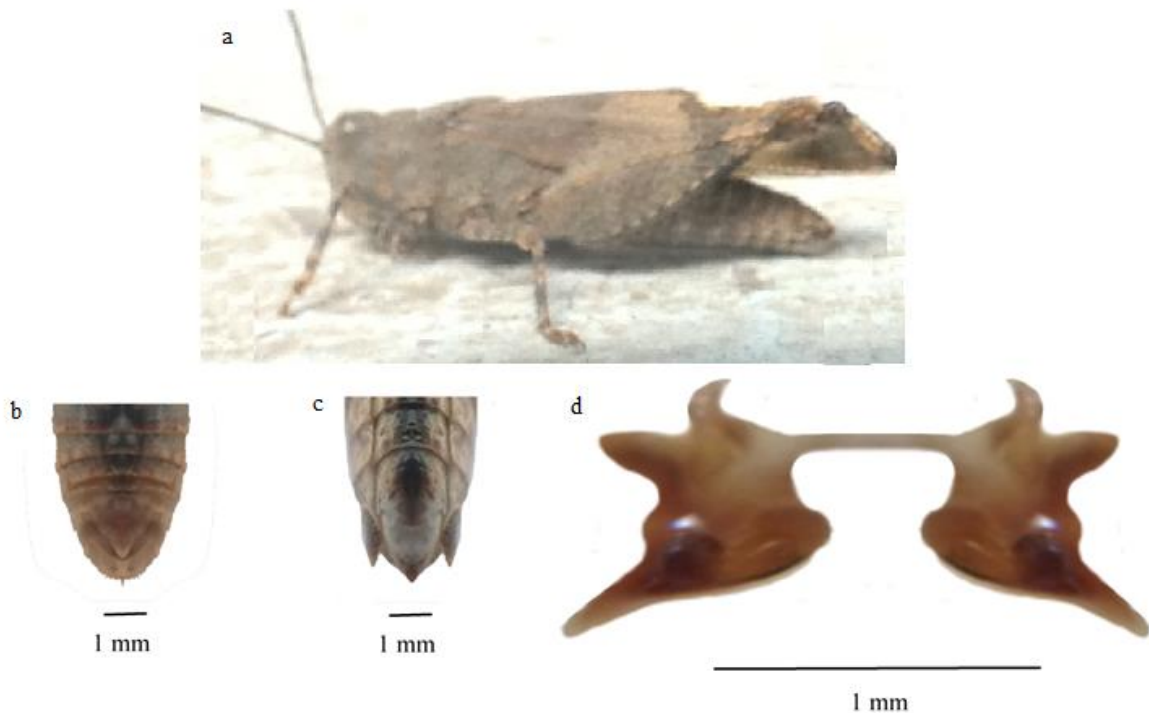


Figure 52. *Oedipoda fuscocincta*

(a) vue générale; (b) plaque supra-anale; (c) plaque sous-génitale; (d) Epiphalle.

15.14. *Thalpomena algeriana* (Figure 53a)

La plaque supra-anale est petite, triangulaire avec une extrémité légèrement anguleuse ; elle est parcourue par une bande longitudinale sombre et une cloison transversale foncée, ce qui la divise en deux parties. Les cerques sont robustes, élargis à leur base et anguleux à leur extrémité postérieure ou à leur apex (Figure 53b). La plaque sous-génitale, de forme conique, plus large que longue. Elle est concave dans sa partie antérieure formant ainsi un genre d'arc. Sa partie postérieure se rétrécit au fur et à mesure jusqu'à l'apex qui est en forme d'une dent (Figure 53c).

Le pont de l'épiphalle est légèrement courbé et très élargi à ses deux extrémités où il y a deux petites dents au niveau des insertions de celui-ci. Les ancorae ayant une coloration noire sont longs et pointus. Ils portent à leur base une dent chacun ayant un apex de couleur noir également. Les plaques latérales sont bien développées et sont munies de deux prolongements sous forme de deux tubercules qui se distinguent par des apex anguleux. Vue d'en dessus, les lophi lobiformes sont pourvus d'une légère concavité, elle se rétrécit dans sa partie postérieure et elle est légèrement élargie dans sa partie antérieure et se caractérise par deux fentes amplement visibles (Figure 53d).

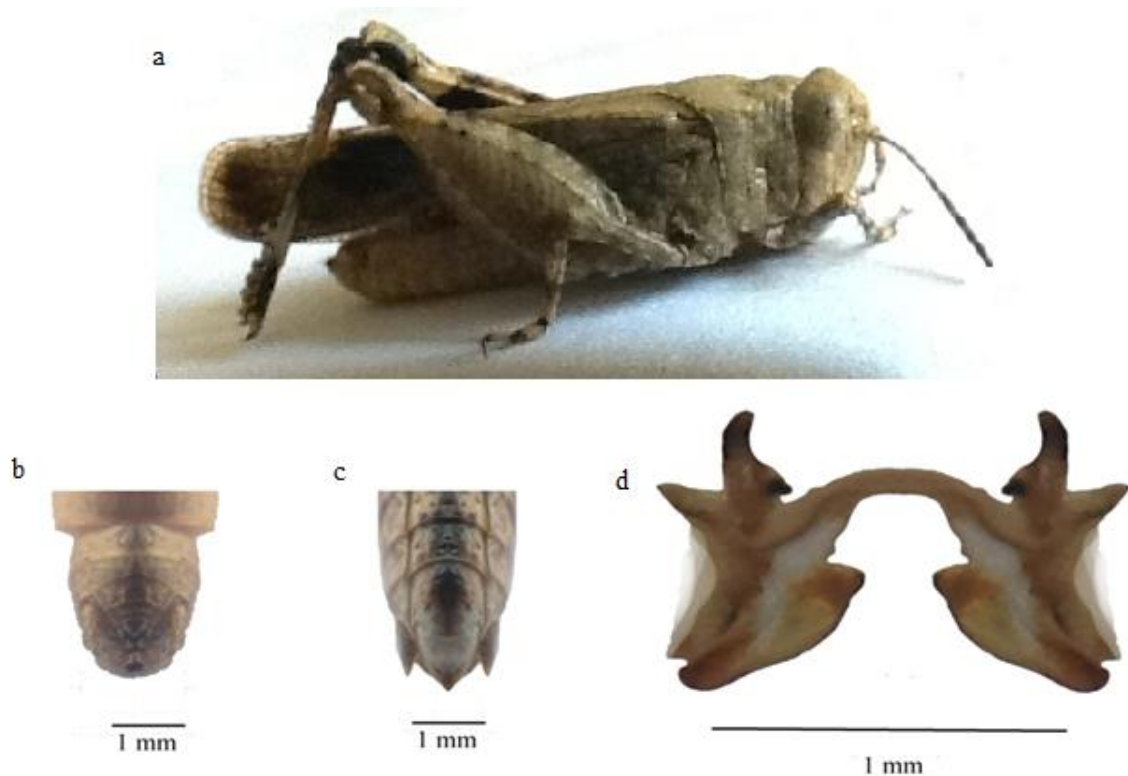


Figure 53. *Thalpomena algeriana*

(a) vue générale; (b) plaque supra-anale; (c) plaque sous-génitale; (d) Epiphalle.

15.15. *Locusta migratoria cinerascens* (Figure 54a)

La plaque supra-anale, en forme de losange est un peu plus large que longue. Elle est divisée en deux parties par une carène longitudinale de couleur claire. Elle possède une partie antérieure légèrement arrondie et une partie postérieure pointue. Les cerques sont courts et un peu filiformes (Figure 54b). La plaque sous-génitale de forme conique est allongée, plus longue que large et son extrémité est aigüe. Elle est traversée également par une carène longitudinale claire largement visible (Figure 54c).

Le pont de l'épiphalle est droit et se distingue par une dépression importante (concavité) dans sa partie supérieure alors que sa partie inférieure est droite. Les ancorae sont robustes et longs à extrémité très aiguisée et pointue. Les plaques latérales sont développées ; elles sont élargies à leur extrémité antérieure et plus ou moins étroites à leur extrémité postérieure. Les lophi sont rétrécis et légèrement incurvés. Ils portent chacun une sclérite de forme presque ovale (Figure 54d).

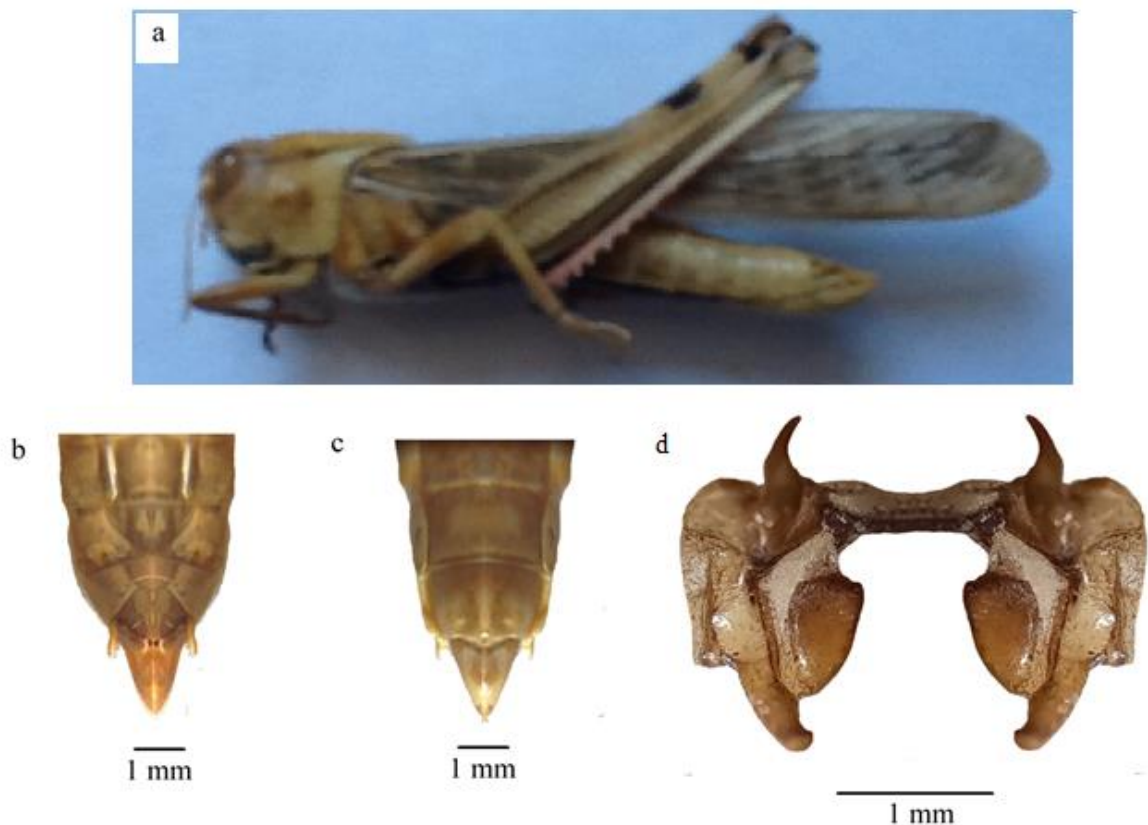


Figure 54. *Locusta migratoria cinerascens*

(a) vue générale; (b) plaque supra-anale; (c) plaque sous-génitale; (d) Epiphalle.

15.16. *Calliptamus barbarus* (Figure 55a)

La plaque supra-anale est triangulaire, plus longue que large avec un apex très pointu, les cerques sont filiformes et ils sont recourbés vers le corps de l'insecte (Figure 55b). La plaque sous-génitale est en forme d'entonnoir ou conique ; elle possède une partie supérieure ou antérieure circulaire et une partie postérieure anguleuse. Elle est limitée de par et d'autre par deux carènes latérales de couleur claire et elle est traversée en son milieu par une ligne transversale (Figure 55c).

L'épiphalle de *C.barbarus* est caractéristique ; il est différent de ceux observés chez les espèces précédentes, il se distingue par des ancorae antérieurs très développés qui ont des extrémités très pointues et une base élargie. Les deux ancorae sont séparés par une importante convexité. La partie postérieure porte également deux ancorae de petite taille et séparés par une surélévation en forme de dents (Figure 55d).

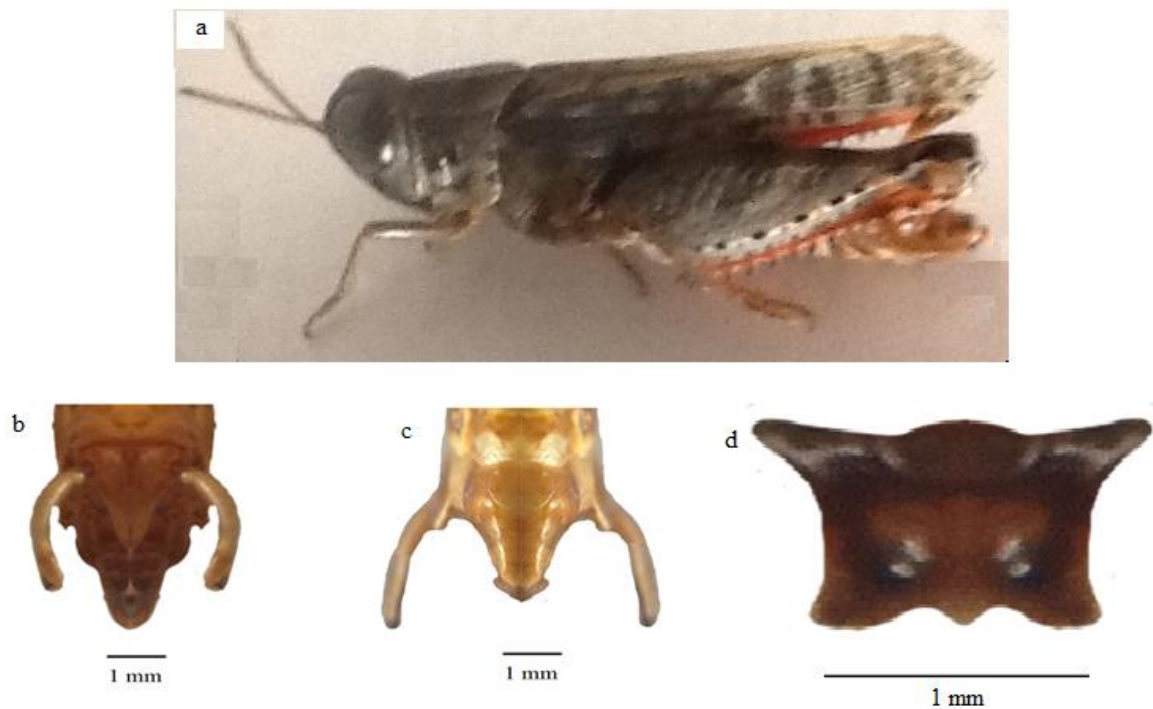


Figure 55. *Calliptamus barbarus*

(a) vue générale; (b) plaque supra-anale; (c) plaque sous-génitale; (d) Epiphalle.

15.17. *Dociostaurus jagoi jagoi* (Figure 56a)

La plaque supra-anale est plus longue que large, Elle est légèrement aplatie sur sa partie antérieure ainsi que sur ses cotés latéraux. Elle est divisée en deux parties par une ligne latérale. Elle se termine par un petit renflement à peine visible en sa partie postérieure où elle se rétrécit par rapport à sa partie antérieure (Figure 56b). La plaque sous-génitale est plus longue que large elle est de forme ovulaire, les autres caractères morphologiques ne sont pas visibles parce que peut être la dissection est mal faite (Figure 56c).

Le pont de l'épiphalle est arqué, court et gros et porte à ses deux extrémités deux courts ancorae qui portent chacun une dent très aiguisée sous laquelle il existe deux expansions latérales ou deux prolongements bien développés sous forme de deux tubercules qui se distinguent par des apex arrondis. Sous l'ensemble « ancorae-dent-tubercule » sont accrochés de chaque côté un genre de réceptacle ou poche à extrémités arrondies. Les lophi ont la forme d'un sabot à pointe arrondie. Chaque lophi est pourvu d'une bosse sur le contour externe et d'une sclérite située sur le côté interne du contour (Figure 56d).

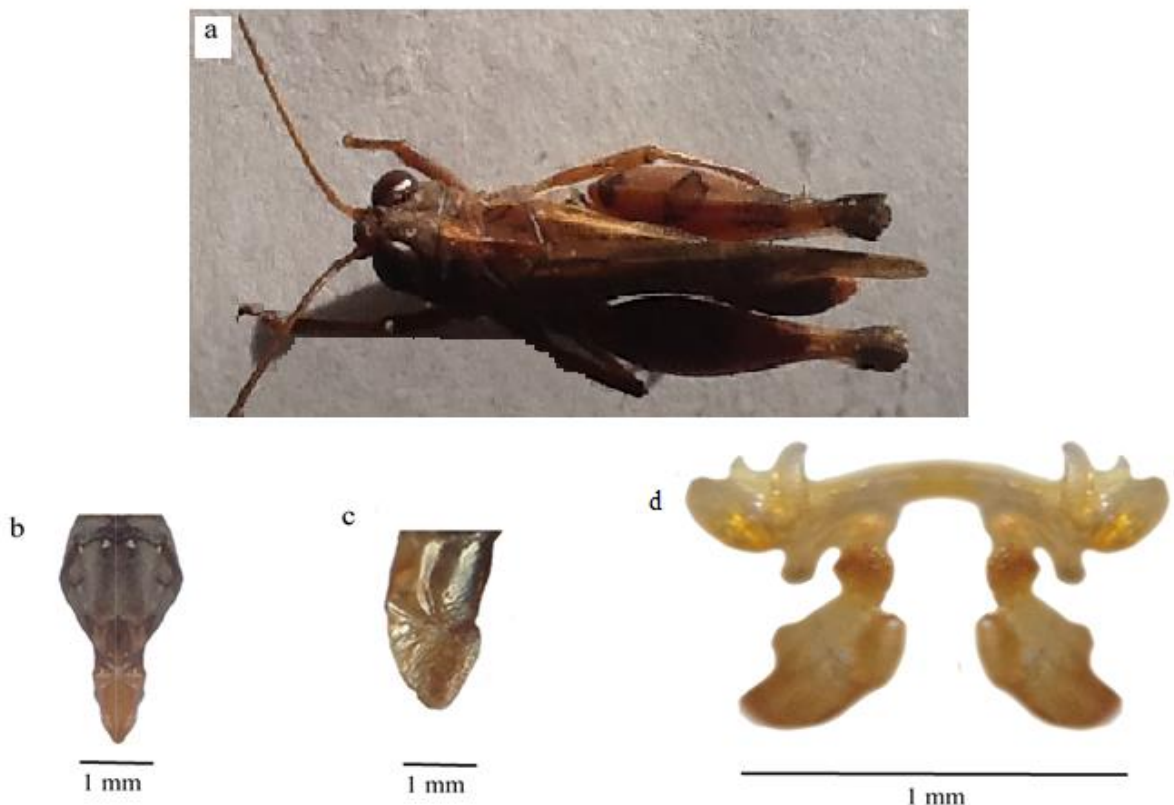


Figure 56. *Dociostaurus jagoi jagoi*

(a) vue générale; (b) plaque supra-anale; (c) plaque sous-génitale; (d) Epiphalle.

15.18. *Ochrilidia filicornis* (Figure 57a)

La plaque supra-anale est aussi longue que large, elle est concave à son extrémité antérieure et droite à son extrémité postérieure. Elle se caractérise par la présence de deux fentes longitudinales parallèles qui atteignent le tiers de la plaque supra anale. Les cerques sont courts et sont pointus à leur extrémité (Figure 57b). La plaque sous-génitale est allongée, conique et à apex anguleux. Elle ne montre pas des caractères morphologiques qui nous permettent de différencier les espèces (Figure 57c).

Le pont de l'épiphalle est recourbé, mince et long ; il est pourvu d'une dépression à chacune de ses extrémités. Il porte deux ancorae anguleux et incurvés à son apex. Les plaques latérales sont munies de trois dents dont celle du milieu est grande et bien aiguisée. Il existe également une dent très pointue située du côté interne de chacune des plaques. Les lophi sont étroits à leur partie antérieure, puis s'élargissent avant de se rétrécir à leur partie postérieure. Il y a une cloison dans le tiers supérieur qui divise le lophi en deux lobes (Figure 57d).

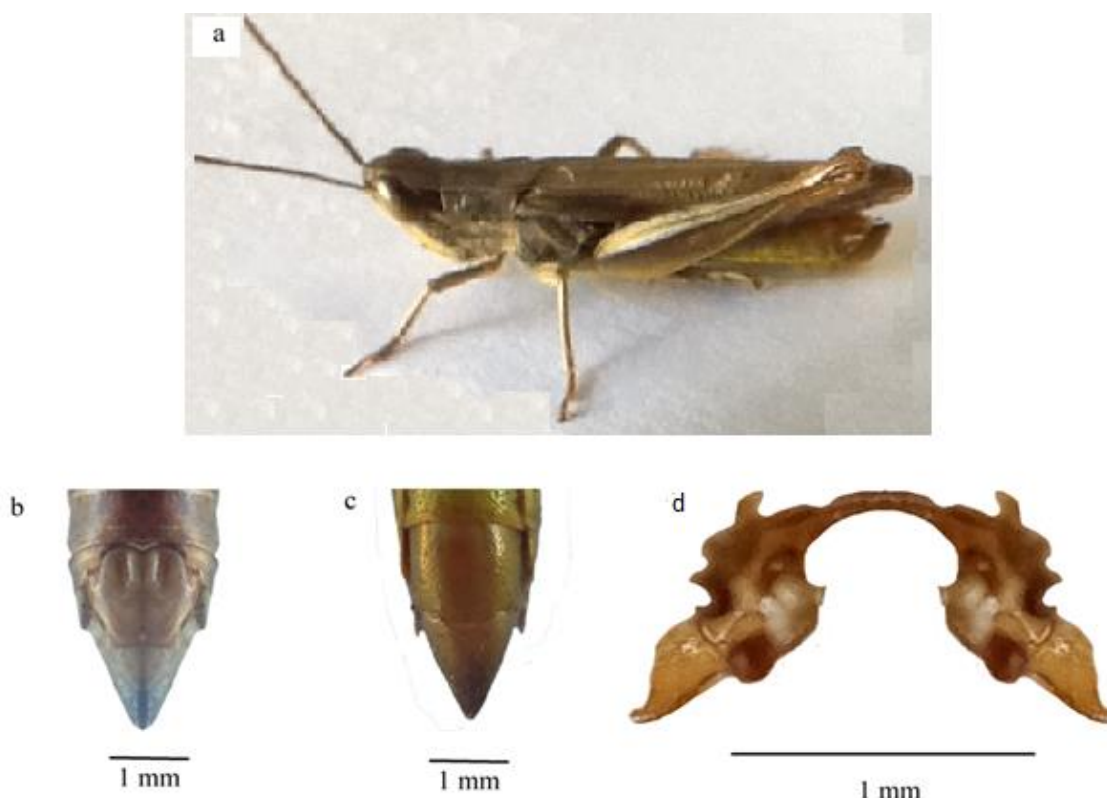


Figure 57. *Ochrilidia filicornis*

(a) vue générale; (b) plaque supra-anale; (c) plaque sous-génitale; (d) Epiphalle.

15.19. *Truxalis annulata* (Figure 58a)

La plaque supra-anale est aussi longue que large ; de couleur noire, elle est en forme de losange et légèrement arrondie à ses deux extrémités supérieure et inférieure. Les cerques sont filiformes et longs (Figure 58b). La plaque supra-anale ressemble à celle de *O. filicornis*. La plaque sous-génitale est plus longue que large se caractérise par une partie antérieure ayant une forte concavité. Son extrémité postérieure se termine par un prolongement en forme d'aiguillon (Figure 58c).

Le pont de l'épiphalle est droit, et ayant une légère dépression vue d'en haut. Les ancorae sont robustes, recourbés et élargis à leurs bases et se terminent par des apex très pointus. Il existe deux sclérites de forme circulaire qui se logent dans la partie supérieure des plaques latérales à cotés des ancorae. Celle-ci sont assez développées et se distingue par une ramification ou bifurcation : l'une très élargie en forme d'entonnoir et l'autre étant un tube étroit. Les lophi sont très développés et se reconnaissent grâce à leur forme d'un grain d'haricot (Figure 58d).

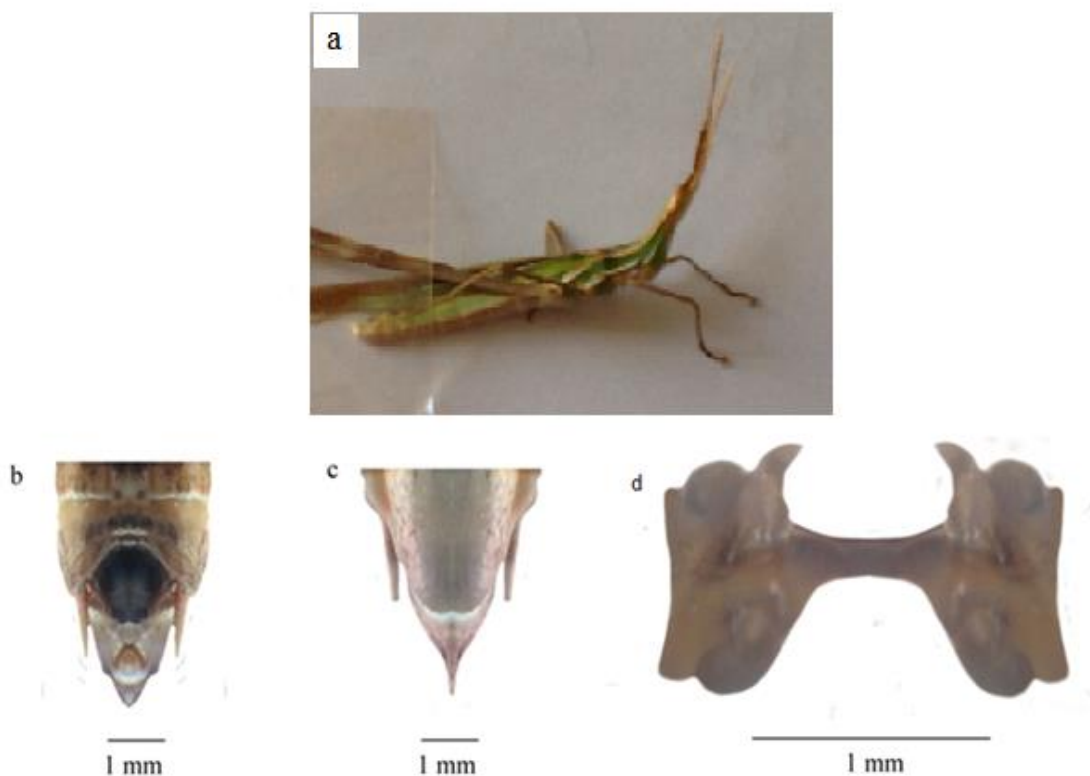


Figure 58. *Truxalis annulata*

(a) vue générale; (b) plaque supra-anale; (c) plaque sous-génitale; (d) Epiphalle.

15.20. *Ocneridia volxemii* (Figure 59a)

La plaque supra-anale est large et renflée en son milieu ; elle est entourée par deux bandes claires convergentes au début avant de devenir divergentes de chaque côté du renflement. La première bande se rétrécit puis s'arrondit vers son extrémité supérieure qui se reconnaît grâce à sa coloration sombre alors que la deuxième courte, petite et étroite donne l'aspect d'une dent apparaît en plus clair. Les bandes latérales et les renflements au milieu de la plaque donnent une forme elliptique. Les cerques sont très petits et à peine visible avec des extrémités pointues (Figure 59b). La plaque sous-génitale est longue et conique, elle se scinde en deux parties distinctes : L'une quadrangulaire séparée par une bande noire et l'autre partie de forme quadrangulaire également, mais elle devient anguleuse par la suite à son extrémité postérieure (Figure 59c).

L'épiphalle se distingue par un pont robuste et large qui montre en son milieu, dans sa partie supérieure une toute petite dent et dans sa partie inférieure une convexité ou renflement formant une sorte de bosse. Les ancorae de couleur foncée, légèrement incurvés possèdent des apex bien aiguisés ou pointus. Les plaques latérales sont ovales tandis que les lophi apparaissent comme des tubes réticulés (Figure 59d).

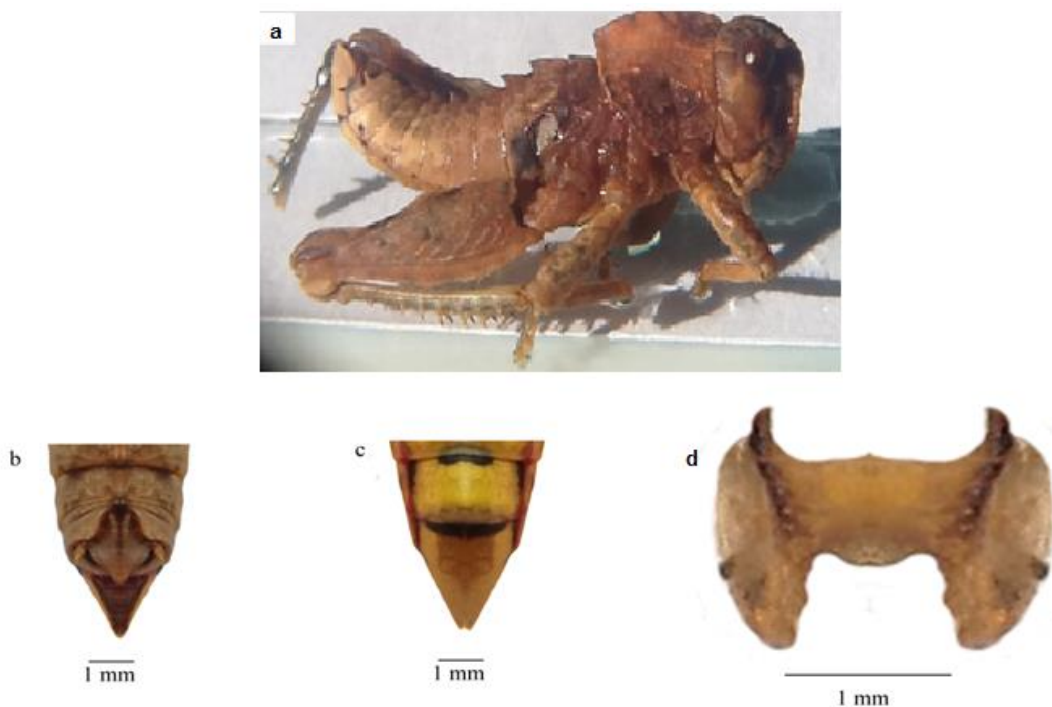


Figure 59. *Ocneridia volxemii*

(a) vue générale; (b) plaque supra-anale; (c) plaque sous-génitale; (d) Epiphalle.

15.21. *Pamphagus elephas* (Figure 60a)

La plaque supra-anale est longue, elle se rétrécit en allant vers l'extrémité postérieure qui est légèrement pointue comme une dent. Il existe une fente plus ou moins large qui commence à partir de la partie antérieure (base de la plaque), puis se rétrécit progressivement avant d'aboutir au milieu de la plaque à son extrémité postérieure, les cerques sont courts et petits à apex pointus (Figure 60b). La plaque sous-génitale est plus large que longue et de forme triangulaire. Elle est scindée en deux parties distinctes par une bande longitudinale foncée où chacune des parties comprennent une ornementation triangulaire (Figure 60c).

L'épiphalle est large et les ancorae sont excessivement filiformes à apex pointus. Sous les ancorae et de part et d'autre de ceux-ci sont disposées des dents d'une manière ordonnée : trois sur chacun des deux processus postéro-latéraux. Ces dents sont triangulaires, de couleur marron foncé et se terminent par des apex en pointes (Figure 60d).

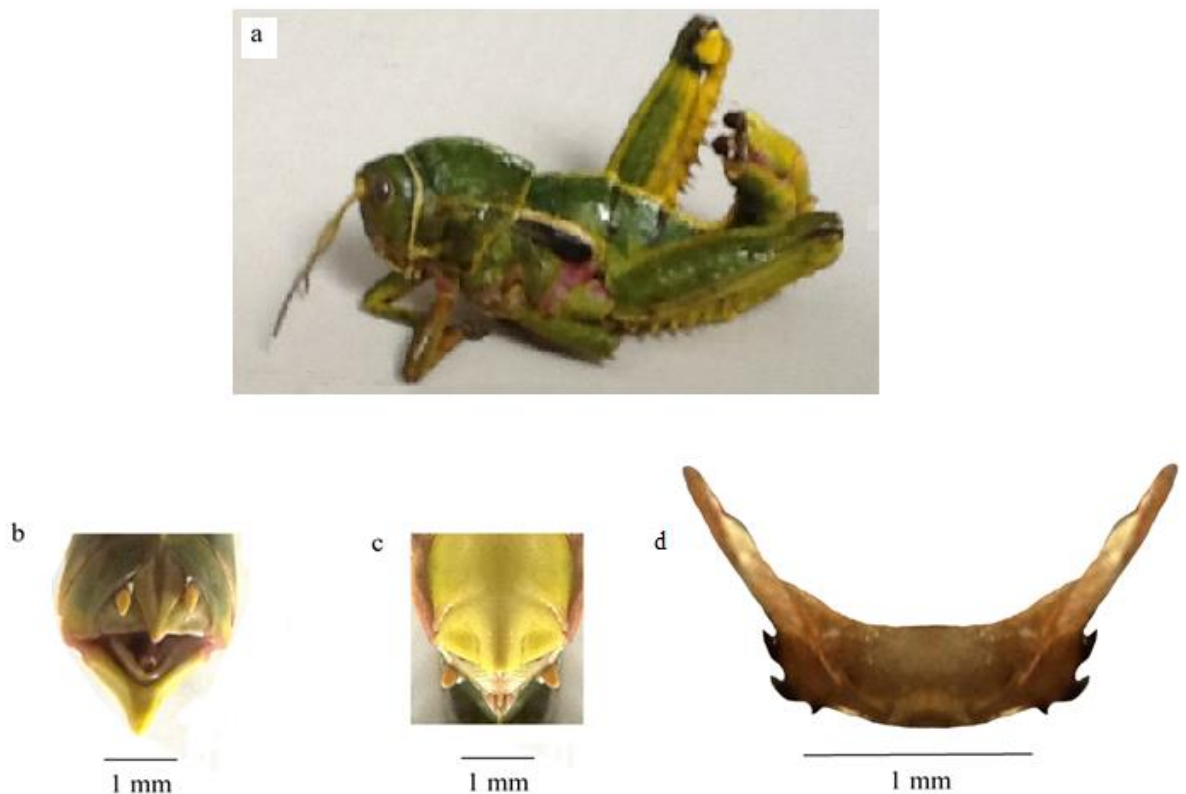


Figure 60. *Pamphagus elephas*

(a) vue générale; (b) plaque supra-anale; (c) plaque sous-génitale; (d) Epiphalle.

II. DISCUSSION

Les 30 espèces de Caelifères inventoriées en Kabylie des Babors représentent 30,6% de la faune orthoptérique Caelifère en Algérie (Louveaux *et al.*, 2013). Cette richesse importante peut être expliquée pour une large part par les conditions écologiques exceptionnelles de la région qui est parmi les plus diversifiées en Algérie (Benzara 2004).

Selon les différentes origines citées par Ihsan (1989), Les genres de la faune orthoptérique de la Kabylie des Babors sont les suivants :

Genres Méditerranéens : Il s'agit de *Calliptamus*, *Doclostaurus*, *Oedipoda*, *Sphingonotus*, *Pamphagus*, *Omocestus*, *Ocneridia* et *Paratettix*. Ils représentent 44,44% des genres recensés.

Genres Ethiopiens : Ce sont *Acrida*, *Acrotylus*, *Aiolopus*, *Anacridium*, *Eyprepocnemis*, *Heteracris*, *Ochridia*, *Pyrgomorpha*, *Truxalis*. Ils représentent 50% des genres recensés.

Genres Angariens : C'est le cas de *Locusta*. Il représente 5,55% des genres recensés.

Nos résultats sont en accord avec ceux de Bounechada (2006), Sirin *et al.*, (2010), Sergeev (2011), Seino *et al.*, (2013), Hamadi & Doumandji-Mitiche (2014), Antonotas *et al.*, (2014), Arya *et al.*, (2015), Sofrane (2014), Samejo *et al.*, (2016), Hockrich *et al.*, (2016), Kekeunou *et al.*, (2017), Bouguessa (2019) qui ont noté aussi une richesse importante des Acrididae. Ceci peut être expliqué par le nombre important de sous-familles et espèces appartenant à cette famille. De son côté, Kariuki *et al.*, (2019) attribuent cette richesse au régime polyphage des espèces appartenant à cette famille et qui fait qu'ils peuvent se nourrir d'une large gamme de plantes.

Kemp *et al.*, (1990) suggèrent que le type d'habitat affecte la présence d'espèces ainsi que leur abondances relatives. En effet, Sun *et al.*, (2015) signalent que l'abondance relative d'espèces la plus élevée est notée niveau des pâturages des montagnes alors que la plus faible est observée au niveau des marécages alpins. De son côté, Joern (1982) note que l'abondance relative des espèces est faible dans les crêtes et terrains en pente par rapport à la vallée. Dans le même ordre d'idées, Capello *et al.*, (2013) suggèrent que les acridiens sont plus abondants dans la vallée.

Nous avons observé une prédominance des Oedipodinae et des Gomphocerinae par rapport aux autres sous familles. Ceci a été notée également par Hassani *et al.*, (2010), Moussi (2012) et Bouguessa (2019).

La richesse totale ainsi que la richesse moyenne sont plus importantes dans les milieux naturels (friches) que dans les milieux anthropisés (milieux cultivés) tout comme la diversité et l'équitabilité. Bounechada (2006) signale que les milieux naturels tels que les friches sont

les milieux les plus recherchés par les Orthoptères dans la région de Sétif. Il est connu en fait que les friches offrent des conditions écologiques favorables à la vie de tous les groupes zoologiques en général et des acridiens en particulier du fait qu'ils sont moins perturbés par l'activité humaine et sont riches en espèces végétales (Dajoz, 1985). Par contre, les milieux instables et c'est le cas des milieux cultivés et à un degré moindre les jachères où le pâturage constitue un sérieux handicap pour l'installation des animaux (Doumandji *et al.*, 1993). Quoiqu'il en soit, il apparaît clairement que les indices de diversité les plus élevés correspondent aux richesses totales les plus fortes.

Blondel (1986) signale qu'il faut prendre en compte les valeurs de l'indice de diversité de Shannon et celui d'équitabilité de Piélou d'une manière synchrone pour apprécier l'état d'un milieu. De son côté, Marcon (2015) note que la diversité maximale est atteinte lorsque les différentes espèces sont réparties équitablement.

Dajoz (1971) souligne que la diversité est conditionnée par la stabilité du milieu et les facteurs climatiques. Lorsque les conditions de vie du milieu sont favorables on rencontre beaucoup d'espèces et chacune d'entre elles est représentée par un faible effectif, l'indice de diversité est alors élevé. En revanche, quand les conditions de vie du milieu sont défavorables, on rencontre un petit nombre d'espèces et chacune d'entre elles est représentée par un grand nombre d'individus, l'indice de diversité est alors faible. Faurie *et al.*, (2008) signalent que les valeurs faibles de cet indice, inférieures à 1,5 bits, sont associées à des peuplements dominés par une ou quelques espèces.

Concernant la constance, la présence des espèces acridiennes dans un milieu est conditionnée par la température, l'humidité et la nature du tapis végétal, ceci est d'autant plus important pour le développement des œufs et des larves. Les valeurs de la constance d'une espèce donnée varient d'une zone à une autre et varient aussi d'une espèce à une autre au sein de la même zone. Selon Dajoz (1985), les espèces constantes et omniprésentes sont dominantes et ont plus de nourriture et une étendue plus vaste. En effet, *Calliptamus barbarus* se distingue des autres espèces du fait qu'elle est constante dans les zones Ouest et Sud et régulière dans la zone Est. *Aiolopus strepens* se distingue aussi car elle est constante dans les zones Sud et Est et régulière dans la zone Est. *Pezotettix giornae* est constante dans la zone Sud et régulière dans les zones Ouest et Est. *Oedipoda caerulescens sulfurescens* est constante dans la zone Ouest et régulière dans les zones Sud et Est. *Oedipoda fuscocincta* est régulière dans les trois zones.

Pour ce qui est de l'effet de l'altitude sur l'abondance et la diversité des espèces acridiennes, certains auteurs tel que (Joern, 2005) signale que la richesse spécifique est déterminée par une relation complexe entre les facteurs externes tels que le climat et la végétation et des facteurs internes tel que la dynamique des populations. Elle varie vraisemblablement avec l'altitude, elle diminue au fur et à mesure qu'on monte et que les variations climatiques avec l'altitude influencent la richesse spécifique des organismes ainsi que leur répartition. (Whittaker *et al.*, 2001). Franzen & Dieker (2014) ont noté une richesse spécifique faible d'arthropodes dans les hautes altitudes de l'arctique à cause des températures basses, des longues périodes de neige et de glace, des vents violents et du manque de la végétation. Déclinaison observée aussi au Panama (Wolda, 1987), dans les montagnes Suisses (Wettstein & Schmid, 1999), au Népal (Grytnes & vetaas, 2002) et au Maroc (Benjelloun *et al.*, 2014). Bien que la variation est extrêmement faible, nos résultats concordent avec ceux de Boitier (2005) qui affirme qu'en France la richesse spécifique est maximale dans les zones à altitude intermédiaire et que les espèces hygrophiles sont rares dans les zones à haute altitude, faute de milieux adéquats.

Sun *et al.*, (2015) ont noté une richesse spécifique importante dans les basses altitudes par rapport aux altitudes élevées en Chine et expliquent cette richesse à la plus large gamme d'habitats permettant à beaucoup d'espèces de coexister.

Oedipoda caerulescens sulfurescens, *Aiolopus strepens* et *Oedipoda fuscocincta* sont constantes dans les trois milieux à différentes altitudes, tandis que *Calliptamus barbarus*, *Pezotettix giornae*, *Ochridia filicornis* et *Dociostaurus jagoi jagoi* sont constantes dans deux des trois milieux. Damerdji & Cheikh-Mouloud (2004) ont noté que *Oedipoda caerulescens sulfurescens* est la seule espèce constante dans différents milieux à Tlemcen, Hamadi & Doumandji-Mitiche (2014) ont également noté que cette espèce est constante avec *Aiolopus strepens* dans l'Algérois. De son côté, Allal-Benfekih (2006) a observé des fréquences maximales de *Locusta migratoria cinerascens* dans les zones situées le subhumide et l'humide à hiver doux.

Selon Janniche (2012), l'indice de diversité de Shannon donne un poids plus important aux espèces rares, contrairement à l'indice de diversité de Simpson qui donne plus de poids aux espèces communes. L'indice de diversité de Shannon-Weaver était supérieur à 2.0 bits pour les trios altitudes alors que celui de Simpson était supérieur à 0.8, ceci indique que la région possède une importante diversité orthoptérique.

La diversité est conditionnée par la stabilité du milieu et les facteurs climatiques. Lorsque les conditions de vie du milieu sont favorables, il y a beaucoup d'espèces qui sont représentées par un faible effectif, l'indice de diversité est alors élevé. En revanche, quand les conditions de vie du milieu sont défavorables, il y a un peu nombre d'espèces qui sont représentées par un grand nombre d'individus, l'indice de diversité est alors faible. Les valeurs faibles de l'indice de diversité c'est à dire inférieur à 1,5 bits, le peuplement est dominé par un ou quelques par une ou quelques espèces. Des valeurs élevées des indices de diversité indiquent la distribution des espèces est en équilibre (Faurie *et al.*, 2008). Quand l'équitabilité est proche de 1 on dit que le peuplement en équilibre et quand l'équitabilité tend vers 0 on dit que la distribution d'abondance est fortement hiérarchisée. Nos chiffres montrent que l'indice d'équitabilité est élevé au niveau des trois stations d'étude (> 0.80), ce qui correspond à des communautés équitablement distribuées.

Parmi les modèles écologiques documentés il y a la relation entre la diversité des insectes et l'altitude, trois schémas généraux émergent: un déclin de la richesse en espèces avec l'augmentation de l'altitude (Stevens, 1992), une relation en forme de bosse avec un pic de diversité aux altitudes intermédiaires (Rahbek, 1995), ou bien une augmentation de la richesse en espèces avec la diminution de l'altitude. Cette dernière tendance semble être phénomène global (Randall, 1982 ; Price *et al.*, 1998). Nos résultats sont en accord avec le deuxième modèle. Plusieurs hypothèses ont été proposées pour expliquer ces variations (Lomolino, 2001). Les changements des conditions environnementales qui sont associées aux variations de l'altitude sont connus et largement prévisibles. Au fur et à mesure que l'altitude augmente, la température et la pression atmosphérique diminuent. L'abondance et la diversité des différents groupes d'arthropodes pourraient, en raison de ces changements environnementaux, changer avec l'augmentation de l'altitude, bien que les réponses varient d'un taxon à un autre. Certains groupes d'espèces peuvent être largement répartis le long d'un gradient d'altitude, tandis que d'autres ne le peuvent pas (Boulter *et al.*, 2011).

La littérature parlant de la réaction des insectes aux changements environnementaux selon les gradients d'altitude est diverse. Whittaker *et al.*, (2001) ont noté que les différences de la diversité acridienne peut être expliquée par les différences des conditions écologiques causées par les variations climatiques avec l'altitude et qui affectent la richesse spécifique des insectes ainsi que leur distribution. Leur composition, abondance et sélection d'habitat changent le long des gradients altitudinaux tels que la température, l'humidité, les précipitations et l'intensité lumineuse (Whitman, 1987, Hodkinson, 2003). Les facteurs environnementaux

affectent les biotopes et leur zonation altitudinale où le climat acquiert un rôle important puisque la température et les précipitations peuvent restreindre le nombre d'espèces pouvant survivre à différentes altitudes (Peters *et al.*, 2016). Ceci peut être le résultat des limites physiologiques de l'espèce, ou la productivité restreinte qui limite la taille des populations et le nombre des individus (Hawkins *et al.*, 2003).

Alexander & Hilliard (1969) ont suggéré que la diversité spécifique la plus élevée est mentionnée aux milieux à basse altitude, et que cette diversité diminue avec l'augmentation de l'altitude aux monts Rocky au nord des USA. Cette tendance a été observée aussi par Claridge & Singharo (1978). Lara *et al.*, (2002) et Kristin *et al.*, (2019) ont confirmé une corrélation négative entre la richesse spécifique et l'augmentation en altitude. Sun *et al.*, (2015) ont noté une richesse spécifique importante aux milieux à basse altitude qui offrent une gamme variée d'habitats où plusieurs espèces peuvent coexister, comparativement aux milieux à haute altitude. Bien que la variation est extrêmement faible, nos résultats concordent avec ceux de Gagne (1979) à Hawaii, McCoy (1990) aux USA et Boitier (2005) qui affirme qu'en France la richesse spécifique est maximale dans les zones à altitude intermédiaire et que les espèces hygrophiles sont rares dans les zones à haute altitude, faute de milieux adéquats. Leksono *et al.*, (2017) ont trouvé que l'altitude a un effet significatif sur l'abondance des Odonates et pas sur la richesse spécifique et la diversité.

Plusieurs hypothèses ont été suggérées pour expliquer le pic de richesse spécifique en milieux à altitudes intermédiaires : la première hypothèse est appelée "ends are bad", elle stipule que la distribution des insectes est limitée par la sévérité du climat et la réduction de la disponibilité de ressources en hautes altitudes et par la sévérité du climat aussi et la prédation en basses altitudes (McCoy, 1990). Les conditions environnementales défavorables en hautes altitudes conduisent à une diminution de la diversité (Stevens, 1992).

La deuxième hypothèse est appelée "middle is good", elle suggère que la productivité est élevée en milieux intermédiaires à cause de la photosynthèse importante et la respiration faible des plantes (Janzen *et al.*, 1976). McCoy (1990) attribue les pics de richesse observés aux moyennes altitudes aux perturbations existant aux milieux à basse altitude.

La troisième hypothèse indique qu'en basse altitude il y a plus de dérangement qui conduit à une réduction de la diversité.

La quatrième hypothèse relie directement la richesse spécifique le long de l'altitude à la productivité : au fur et à mesure que la productivité augmente, la diversité augmente puis diminue, donnant un modèle en forme de bosse (Rosenweig & Abramsky, 1993). En plus, les

facteurs de l'environnement liés à l'altitude exercent une influence dominante sur la diversité des espèces qui changent principalement en fonction des changements de la température et des précipitations (Stevens, 1992). Les espèces possédant un pic de richesse aux milieux intermédiaires sont des espèces qui possèdent de larges tolérances environnementales leur permettant d'étendre leurs distributions et de couvrir tout ces milieux. Cette dernière hypothèse a incité les biogéographes écologiques à admettre que la richesse spécifique dans un milieu donné ne dépend pas exclusivement de la nature de ce milieu mais aussi de la distribution à grande échelle des conditions environnementales qui déterminent l'emplacement et la taille des aires de répartition des espèces (Connolly, 2005).

Le modèle de distribution géométrique (ou modèle de Motomora) est observé au milieu à moyenne altitude. Ce modèle caractérise des communautés relativement pauvres et où la compétition est importante. Il caractérise aussi les écosystèmes exposés aux perturbations anthropiques et il suppose que les espèces arrivent à intervalles de temps réguliers et sequestrent une fraction constante des ressources restantes (Hughes, 1986).

Le modèle de distribution de bâton brisé observé en basse et haute altitude est l'un des modèles de partitionnement unidimensionnel des ressources où chaque espèce qui rentre dans l'assemblage prend une fraction aléatoire des ressources laissées par les espèces qui l'ont précédé (Tokeshi, 1990). Ce modèle caractérise les écosystèmes où différentes espèces colonisent et partagent une seule ressources simultanément et aléatoirement (Frontier *et al.*, 2008). Il peut être également interprété comme un modèle de colonisation séquentielle où chaque espèce envahit au hasard une certaine proportion de la niche des espèces déjà installées. Pour ces dernières, la probabilité d'invasion par un colonisateur est proportionnelle à la fraction d'espace de niche que cette espèce a déjà séquestré. Chaque espèce peut voir son abondance réduite par l'arrivée d'un envahisseur, cependant les espèces communes sont plus sensibles à l'invasion que les espèces rares (Tokeshi, 1990). Il est à noter que le modèle log-normal qui n'a pas été observé durant notre étude reflète une situation intermédiaire entre le modèle de distribution géométrique et celui du bâton brisé (Soares *et al.*, 2010). Kekeunou *et al.*, 2017 ont rapporté que la communauté acridienne au Cameroun a adopté le modèle log-normal qui caractérise les communautés peu abondantes, stressées ou pionnières et où les espèces arrivent à des intervalles de temps aléatoires et séquestrent et devancent une fraction constante des ressources restantes (May, 1975). Ces différences observées peuvent être expliquées par les différences de la composition des communautés acridiennes de l'Algérie et celles du Cameroun.

L'équitabilité varie entre 0 et 1, elle tend vers 0 quand la quasi totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus (Ramade, 1994). En effet nos résultats montrent que l'équitabilité est proche de 1 et que les espèces sont représentées sensiblement par un même nombre d'individus, ce qui implique donc que le milieu est en équilibre. Dans le cas contraire, c'est à dire quand il existe une ou deux espèces qui dominent le peuplement, le peuplement est par conséquent en déséquilibre. Les chiffres montrent aussi que le milieu à moyenne altitude est le plus diversifié du moment qu'il marque la valeur la plus élevée de l'indice de diversité de Shannon (2,86 bits), contre 2,61 bits pour le milieu à haute altitude et 2,51 bits pour le milieu à basse altitude. L'équitabilité la plus élevée est signalée dans le milieu à basse altitude (0,68 bits), contre 0,64 bits pour la station à moyenne altitude et 0,62 bits pour la station à haute altitude. Ce qui correspond à un peuplement acridien équilibré. Daniel et Meyers (1995) signalent que la diversité des insectes ainsi que leur abondance augmentent progressivement avec les températures élevées. Mekkioui et Mesli (2010) signalent que les indices de diversité augmentent progressivement pendant le printemps, atteignent des valeurs maximales en été puis diminuent progressivement en automne. Bonnet *et al.*, 1997 et Mariottini *et al.*, 2013 notent une relation positive entre la richesse végétale et la diversité orthoptérique et que les valeurs élevées de cet indice sont observées dans les milieux qui abritent plus d'espèces végétales.

L'analyse factorielle des correspondances a pour objectif de résumer les informations d'un tableau et de décrire le maximum d'informations d'un tableau sous forme graphique (Dervin, 1992).

Les espèces du premier groupe sont hygrophiles, ce qui explique leur présence dans la station à basse altitude qui bénéficie d'un climat plus humide du fait de sa proximité de la mer. En effet, *Paratettix meridionalis* fréquente les milieux humides en France notamment les bords des plans d'eau (Duhazé & Bonifait, 2014). Dans le même ordre d'idées, *Eyprepocnemis plorans* est hygro-mésophile alors qu'*Heteracris annulosua* est méso-xérophile, phytophile et se rencontre dans les d'oueds (Lecoq, 1989). Ces deux dernières espèces ont été observées dans le site de basse altitude. En fait, *E.plorans* trouve refuge dans les tiges de *Juncus effusus* et de *Nerium oleander* alors que *H.annulosa* fréquente *Dittrichia viscosa*.

Les espèces acridiennes du deuxième groupe possèdent une large valence écologique et peuvent coloniser plusieurs biotopes. Voisin (1986) suggère que les acridiens présentent des préférences écologiques diverses, certaines espèces présentent un habitat écologique étendu,

ce qui fait que ces espèces peuvent s'adapter à des changements de grande amplitude des facteurs écologiques, en revanche d'autres espèces présentent une niche écologique étroite et une faible capacité d'adaptation aux variations des facteurs du milieu, ce qui fait que ces espèces ne peuvent se développer que dans certains milieux très spécifiques. Le site de moyenne altitude se distingue par une richesse appréciable qui peut s'expliquer par sa situation intermédiaire entre les sites de haute et basse, ce qui fait d'elle une zone de transition dans laquelle sont réunis les facteurs écologiques favorables à beaucoup d'espèces acridiennes. A titre d'exemple, *Locusta migratoria*, méso-hygrophile et graminicole pond dans les sols humidifiés des zones décrues et se perche sur les tiges du maïs *Zea mais* (Popov *et al.*, 1990).

Acrotylus patruelis, espèce pionnière et typiquement méditerranéenne (Sardet *et al.*, 2005), préfère les endroits sableux et rocailloux (Bellmann & Luquet, 1995), Elle vit aussi dans les milieux xéothermiques ras tels que les dunes, les pelouses pâturées, les rocailles, les plages et les dunes littorales, mais elle peut aussi monter jusqu'à une altitude de 1040 m (Braud *et al.*, 2002).

Dans le troisième groupe, *Ocneridia volxemii* vit sur les hauts plateaux (Chopard, 1943). Son association avec *Ocneridia nigropunctata* est due à la présence des champs de blé où elle pullule et cause des dégâts parfois importants aux céréales. Benkennana (2012) signale la présence de ces trois espèces dans les hauteurs de Batna et Khenchela.

On sait que la température de l'air diminue à partir du niveau de la mer jusqu'à une élévation de 3000 m de 18°C, ce qui correspond à une diminution de 0,6°C à chaque 100 m d'altitude (McCain & Grytnes, 2010), ce qui provoque un appauvrissement en raison de la baisse de la température d'autant plus que l'on sait que beaucoup d'acridiens d'Algérie sont mésophiles et xérophiles.

L'étude de la corrélation entre la richesse spécifique en espèces acridiennes et l'altitude et entre l'abondance des espèces acridiennes montre que la corrélation est significative mais elle reste relativement faible et sa tendance est positive. Le même résultat a été noté par Sirin *et al.*, (2010) au sud de La Turquie où le test de corrélation de Spearman n'indique pas de corrélation entre la diversité acridienne et l'altitude, et que cette diversité montre une courbe avec un pic au milieu. Ils ont noté aussi que l'abondance la plus élevée est enregistrée au niveau du milieu à moyenne altitude, la plus basse est observée au milieu à haute altitude alors que l'abondance intermédiaire est enregistrée au milieu à basse altitude.

Les plaques sous-génitales et supra-anales sont considérées comme les parties externes des genitalia mâles tandis que l'épiphalle fait partie des genitalia internes (Kumar et *al.*, 2014). Chez les Acridoidea, beaucoup d'espèces possèdent des structures génitales différentes les unes des autres (Song, 2004). Il est à noter que les plaques supra-anales sont triangulaires et les sous-génitales sont coniques mais en réalité elles varient d'une espèce à une autre (Kumar et *al.*, 2014). Celles-ci constituent, en effet, des caractères morphologiques importants où plusieurs espèces peuvent être identifiées de manière sûre à partir de la forme de ces plaques. Pour ce qui est des plaques sous-génitales et supra-anales, notre étude confirme qu'elles représentent des clés de détermination très importantes surtout les supra-anales. En effet plusieurs espèces peuvent être identifiées de manière sûre à partir de la forme de ces plaques. Nous avons classé les espèces en trois groupes selon les particularités des plaques supra-anales ou des plaques sous-génitales.

- Les espèces à plaques supra-anales particulières

Anacridium aegyptium possède une plaque supra-anale caractéristique par ses trois petits lobes à son extrémité postérieure.

Truxalis annulata se distingue par une plaque supra-anale en forme de losange carrée et de couleur noire. La plaque sous-génitale est très petite et se termine par une aiguille.

Ocneridia volxemii peut être distinguée facilement à partir de sa plaque supra-anale qui est large et renflée en son milieu.

Acrida turrita possède des plaques ne ressemblant guère à celles observées chez *Aiolopus strepens* et *A. puissantii* en dépit de leur appartenance à la même sous-famille. Sa plaque supra-anale est presque triangulaire et se termine par un apex pointu.

La plaque supra-anale de *Calliptamus barbarus* est particulière avec sa forme triangulaire à apex très pointu. Celle d'*Ochrilidia filicornis* est caractéristique par la présence de deux fentes longitudinales parallèles qui atteignent le tiers de la plaque supra-anale.

La plaque supra-anale de *Thalpomena algeriana* est triangulaire et elle est parcourue par une bande longitudinale sombre et une cloison transversale foncée, ce qui la divise en deux parties.

Dociostaurus jagoi jagoi possède une plaque supra-anale un peu particulière avec son caractère légèrement aplati sur sa partie antérieure ainsi que sur ses cotés latéraux.

Pezotettix giornae peut elle aussi être distinguée facilement à partir de sa plaque supra-anale qui présente une grande concavité qui commence de la base de la plaque et se termine à son extrémité.

Aiolopus strepens et *A. puissantii* possèdent eux aussi des plaques similaires, en effet la plaque supra-anale apparaît divisée en deux parties, la partie supérieure sous forme rectangulaire avec un sillon longitudinal qui la découpe horizontalement en deux parties égales. La partie inférieure sous forme triangulaire se terminant par un bout légèrement pointu et possédant deux creux verticaux et parallèles. L'apex est conique et obtus.

Les espèces à plaques sous-génitales particulières

Locusta migratoria possède une plaque sous-génitale particulière avec son extrémité aigüe.

Acrida turrita possède elle aussi une plaque sous-génitale un peu particulière qui se termine à sa base par une remarquable aiguille.

Anacridium aegyptium possède une plaque sous-génitale qui se distingue par la présence de trois prolongements en forme de doigt à son extrémité postérieure.

Truxalis annulata se distingue par une plaque sous-génitale très petite et qui se termine par une aiguille.

Pour ce qui est de l'épiphalle, nous pouvons faire des suggestions concernant les familles et sous-familles. La famille des Pamphagidae apparaît comme étant la famille la plus primitive car l'épiphalle est simple et dépourvu d'appendices. En effet, l'épiphalle d'*Ocneridia volxemii* qui représente les Pamphaginae se distingue par un pont robuste et large qui montre en son milieu, dans sa partie supérieure une toute petite dent et dans sa partie inférieure une convexité ou renflement formant une sorte de bosse.

La famille des Acrididae apparaît comme étant la famille la plus développée par l'épiphalle qui est bien développé et qui est pourvu de plusieurs appendices. Usmani (2009) a signalé que les caractères les plus importants pouvant distinguer les sous-familles les unes des autres sont : la présence ou l'absence des ancorae, la largeur du pont de l'épiphalle, et la forme des lophi s'ils sont bi ou trilobés.

Anacridium aegyptium se distingue par des ancorae longs, spiralés à leur base et comprennent une ride chacun, et les lophi qui sont coniques, creux à leur extrémité postérieure, à ouverture large et à extrémités postérieures se rétrécissant au fur et à mesure pour devenir pointues.

L'épiphalle de *Calliptamus barbarus* est caractéristique par ses ancorae antérieurs très développés qui ont des extrémités très pointues et une base élargie. Ces ancorae sont séparés par une importante convexité. La partie postérieure porte également deux ancorae de petite taille et séparés par une surélévation en forme de dents.

Pezotettix giormae est caractéristique par ses lophi qui sont très grands et arrondis à leur base, et se distinguent chacun par un sinus latéral de chaque côté de celui-ci. Il existe deux

remarquables tubercules et deux excroissances sur les deux cotés internes des plaques latérales laissant apparaitre une grande concavité.

Acrotylus insubricus, *Acrotylus longipes* et *Acrotylus Patruelis* possèdent des épiphalles qui se ressemblent beaucoup. En effet, le pont de l'épiphalle est long mais il est légèrement courbé chez *Acrotylus Patruelis*, délimité en son milieu par deux carènes chez *Acrotylus longipes* et légèrement élargi à ses deux extrémités chez *Acrotylus insubricus*.

Song (2004) a noté que l'épiphalle de *S. gragaria* et celui de *S. americana* sont très similaires et diffèrent de celui de *Locusta*. Il a noté aussi que malgré la taille de l'insecte est similaire entre *Schistocerca* et *Locusta* mais l'épiphalle de *Locusta* est trois fois plus grand que celui de *Schistocerca*.

Truxalis annulata possède un épiphalle qui se caractérise par l'existence de deux sclérites circulaire qui se logent dans la partie supérieure des plaques latérales à cotés des ancorae. Les lophi sont très développés et se reconnaissent grâce à leur forme d'un grain d'haricot.

Il est à noter que l'épiphalle d'*Acrida turrita* ne ressemble guère à celui d'*Aiolopus strepens* et *A. puissanti* en dépit de leur appartenance à la même sous-famille, celui de ces deux dernières espèces ressemble beaucoup à celui observé chez les Oedipodinae.

Conclusion

Le recensement de la faune orthoptérique a montré la présence de 30 espèces appartenant aux Acridinae, Eyprepocnemidinae, Calliptaminae, Pezotettiginae, Cyrtacanthacridinae, Gomphocerinae, Oedipodinae, Truxalinae, Pamphaginae, Pyrgomorphae et Acrydiinae. Les Acrididae est de loin la famille la plus riche es espèces.

- Les Oedipodinae et les Gomphocerinae prédominent avec respectivement 9 et 4 espèces. Les pezotettiginae, Cyrtacanthacridinae, les Pyrgomorphae et Tetriginae sont les moins représentés avec une seule espèce chacune.

-Les richesses totale et moyenne sont faibles dans les milieux cultivés qui sont des milieux anthropisés, et importantes dans les milieux vallée et friche qui sont des milieux stables et moins perturbés par les activités humaines.

- La diversité est importante dans les milieux naturels non affectés par les activités humaines (les vallées et les friches), tandis qu'elle est faible dans les milieux cultivés.

- Les valeurs de l'équitabilité sont supérieures à 0,5 et tendent vers 1 pour l'ensemble des neuf stations d'étude, ceci traduit une distribution d'abondance équilibrée.

- *Calliptamus barbarus* se distingue des autres espèces du fait qu'elle est constante dans toutes les stations d'étude, *Aiolopus strepens* et *Pezotettix giornae* se distinguent aussi puisqu'elles sont constantes dans huit des neuf stations. *Oedipoda fuscocincta* et *Oedipoda caerulescens sulfurescens* sont constantes dans sept des neuf stations.

Les valeurs de la matrice de similarité montrent que la plus grande similarité est observée dans la paire Ouest et Est où on a enregistré la valeur les plus élevée alors que la zone Sud est très éloignée de la zone Ouest, ce qui entraîne que celles-ci sont dissemblables. La « zone Est » bien qu'elle soit proche de celle du sud possède peu de ressemblance du point de vue acridofaune dans la mesure où la valeur enregistrée est faible.

L'étude de l'effet de l'altitude sur la diversité et l'abondance acridiennes au niveau de trois stations dans la région de Jijel montre que la richesse spécifique la plus élevée est enregistrée dans la station à moyenne altitude par rapport aux stations basse et haute altitude. Les Acrididae sont de loin les plus fréquents puisqu'ils marquent les valeurs les plus élevées de l'abondance relative. Concernant les sous-familles, ce sont les Oedipodinae, les Acridinae et les Eyprepocnemidinae qui sont les plus abondants.

L'AFC a permis de distinguer trois groupes d'acridiens selon l'altitude : un premier groupe des espèces acridiennes propres au milieu à faible altitude, un deuxième groupe comprenant les espèces de moyenne altitude et un troisième groupe des espèces de haute altitude, les

chiffres montrent que l'altitude n'a pas d'effet sur la richesse et la diversité orthoptérique puisque c'est le milieu à moyen altitude qui est le plus riche en espèces acridiennes.

Concernant les structures génitales, cette étude est la première en son genre sur les Caelifères en Algérie, elle nous a permis de rajouter ces structures, à savoir les plaques supra-anales et sous-génitales et l'épiphalle, comme clés d'identification qui sont d'une importance capitale puisqu'elles permettent d'identifier de manière sûre les différentes espèces Caelifères surtout celles qui se ressemblent morphologiquement et ne sont pas affectées par les conditions du milieu externe.

Les particularités observées au niveau des structures génitales étudiées nous a permis de dresser une liste comprenant un groupe d'espèces acridiennes identifiables de manière sûre à partir de la plaque supra-anales, un deuxième groupe identifiable à partir de la plaque sous-génitale et un troisième groupe à partir de l'épiphalle. Ceci rendra plus sûr l'identification des espèces acridiennes en Algérie et éliminera les confusions existant au niveau des espèces qui se ressemblent.

Pour ce qui est de l'épiphalle, les Pamphagidae possèdent un épiphalle très simple, dépourvu d'appendices, formé par une seule pièce, par contre les Acrididae apparaissent plus développée que les Pamphagidae puisque l'épiphalle des espèces appartenant à cette famille est pourvu de plusieurs appendices qui diffèrent d'une espèce à une autre.

En dépit de l'originalité de ce travail, il reste toujours incomplet, mais nous envisageons faire une description détaillée de toutes les espèces acridiennes de l'Est du pays dans un premier temps, puis élargir l'étude sur tout le territoire national et établir une carte de répartition de ces espèces. Nous envisageons aussi faire une étude de la faune acridienne d'Algérie en se basant sur les techniques de biologie moléculaire et établir les liens existant entre les différentes espèces.

Références bibliographiques

- 1-Alexander G., et Hillard J.R., 1969 - Altitudinal and seasonal distribution of Orthoptera in the Rocky mountains of Northern Colorado. *Ecological monographs*, 39(4): 385-432.
- 2-Allal-Benfekih, L. 2006 - Recherches quantitatives sur le criquet migrateur *Locusta migratoria* (Orthoptera: Oedipodinae) dans le sahara Algerien. Perspectives de lutte biologique à l'aide de microorganismes pathogènes et de peptides synthétiques. Thèse de Doctorat, Univ. de Limoges, France, 181p.
- 3-AMEDEGNATO, C., 1976. Structure et évolution des génitalia chez les Acrididae et familles apparentées. *Acrida*. 5 : 1-16.
- 4-A.N.R.H (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques), 1993 - Carte pluviométrique de l'Algérie du Nord - Ministère de l'Équipement - Alger, 49 p.
- 5-Antonotas S., Emmanouel N., Fantinou A., Tsagkaraki A., Anagnostopoulos A., and Ntampakis D., 2006 - Seasonal population fluctuation and spatial distribution of Orthoptera in two grassland areas of Attica-Greece. *Journal of Natural History*, 48(11-12): 661-674.
- 6-Appert J., et Deuse J., 1982 - Les ravageurs des cultures vivrières et maraichères sous les tropiques. Ed. Larose, paris, 420p.
- 7-Arya M. K., Joshi P. C., and Badoni P. V., 2015 - Studies on taxonomy, distribution, ecology and behavior of grasshoppers (Insecta: Orthoptera) in Nanda Devi Biosphere Reserve, Western Himalayas, India. *Biological Forum – An International Journal*, 7(2), 591–598.
- 8-Barataud J., 2003 - Orthoptères et milieux littoraux- Influence de la gestion des habitats herbacés sur les ressources trophiques et enjeux pour la biodiversité. BTS gestion des espaces naturels; session 2003-2005, 86p.
- 9-Barbault R., 1981 - *Ecologie des populations et des peuplements*, Ed. Masson, Paris, 220p.
- 10-Barbault R., 2008 - *Ecologie générale. Structure et fonctionnement de la biosphère*. Ed. Dunod, Paris, 390p.
- 11-Bellmann, H., Luquet, G., 1995 - *Guide des sauterelles, grillons et criquets d'Europe occidentale*. Ed. Delachaux et Niestle, Lausanne, Suisse, 383p.
- 12-Benjelloun M., El-Ghadraoui L., Essakhi D., Al-Figuigui J., et Errabhi N., 2014 - Contribution à l'étude de la diversité des Orthoptères acridiens dans le moyen-atlas

- (Maroc). AFPP-Dixième conférence sur les ravageurs en Agriculture, Montpellier-22 et 23 octobre 2014.
- 13-Benkenana N., 2012 - Inventaire et analyse biosystematique de la famille des Pamphagidae (Orthoptera: Caelifera) de l'Est Algérien. Thèse de Doctorat, Univ. Constantine, 136p.
- 14-Benzara A., Doumandji S., et Athmani L., 2000 - Les Orthoptéroïdes du Parc National de Belezma. Actes de la 4^e journée d'entomologie et de nématologie, Alger 17-20 Avril 2000, 59p.
- 15-Benzara, A., 2004 - Polymorphisme géographique de l'espèce *Calliptamus barbarus* (Costa, 1836) en Algérie. Thèse de Doctorat, Institut National Agronomique, El-Harrach, Alger, 177p.
- 16-Blondel J., 1979 - *Biogéographie et écologie*. Ed. Masson, Paris, 173p.
- 17-Blondel J., 1986 - *Biogéographie évolutive*. Ed. Masson, Paris, 221p.
- 18-B.N.D.R, 1997 - *Analyse du milieu agricole dans la wilaya de Jijel*. Ed. Bureau National du Développement Rural, Alger, 80p.
- 19-Boitier, E., 2005 - Les effets de l'altitude nonobstant une puissance altitudinale réduite. *Resultats Ecologiques*, 5: 531-545.
- 20-Bonnet E., Vilks A., Lenain J. F., et Petit D., 1997 - Analyse temporelle et structurale de la relation orthoptères-végétation. *Ecologie*, 28(3): 209-216.
- 21-Boudoukha A., Djenba S., Magagnosc J.S., 2014 - Caractérisation géologique et géotechnique des glissements de la ville de Bougaa, Est Algérien. *Courrier du savoir*, 18: 63-67.
- 22-Boué H., et Chanton R., 1971 - *Zoologie I. Invertébrés*. Ed. Doin, 743p.
- 23-Bouguessa S., 2019 - *Contribution à l'étude bioécologique des Orthoptères de la région de Tébessa*. Thèse de Doctorat, Univ. Annaba, 165p.
- 24-Boulter, S.L., Lambkin, C.L., Starick, N.T., 2011 - Assessing the abundance of seven major arthropod groups along an altitudinal gradient and across seasons in subtropical rainforest. *Memoirs of the Queensland Museum - Nature*, 55(2):303-313.
- 25-Bounechada M., 2006 - Recherche sur les Orthoptères. Etude bioécologique et essais de lutte biologique sur *Ocneridia volxemii* Bol. (Orthoptera, Pamphagidae) dans la région de Setif. Thèse de Doctorat, Univ. Setif, 177 p.

- 26-Bounechada M. et Doumandji S.E. 2011 - Régime alimentaire et évolution de la consommation des feuilles de blé dur (*Triticum durum*) chez *Ocneridia volxemii* (Insecta, Orthoptera) dans la région de Sétif. *Agriculture*, 2, 33-42.
- 27-Braud, Y., Sardet, E, Morin, D., 2002 - Actualisation du catalogue des Orthoptères de l'île de Corse (France). *Materiaux Entomocénologiques*, 7: 7-22.
- 28-Capello S., Marchese M. and DeWysiecki M.L., 2012 - Feeding habitats and trophic niche overlap of aquatic orthoptera associated with macrophytes, *Zoological Studies*, 51(1):51-58.
- 29-Chararas C., 1980 - *Ecophysiologie des insectes parasites des forêts*. Ed. L'auteur, Paris, 297p.
- 30-Chen H.H, Zhao Y.X., and Kang L., 2003 - Antennal sensilla of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) in relation to food preferences and habits. *J. Biosci.* 28 (6): 743-752.
- 31-Cherukuri S.R., 2010 - Insect morphology and systematics. Department of Entomology Agricultural College, Andhra Pradesh, India, 162p.
- 32-Chopard, L., 1943 - *Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord*. Edition Larose, Paris, France, 405p.
- 33-Cigliano, M.M., Pocco, M.E., Lange, C.E., 2011 - Grasshoppers of the Andes: new Melanoplineae and Gomphocerinae taxa (insecta, Orthoptera, Acrididae) from Huascarán National Park and Callejon de Huaylas, Ancash, Peru. *Zoosystema*, 33(4): 523-544.
- 34-Cigliano, M. M., Braun, H., Eades, D. C. and Otte, D., 2019 - Orthoptera Species File. Version 5.0/5.0. [15/4/2019]. <http://Orthoptera.SpeciesFile.org>. [Accessed 30 September 2019].
- 35-Claridge M.F and Singhrao J.S., 1978 - Diversity and altitudinal distribution of grasshoppers (Acridoidea) on a Mediterranean mountain. *Journal of Biogeography* 5: 239-249.
- 36-Connolly S.R., 2005 - Process-based models of species distributions and the mid-domain effect. *The American Naturalist*, 166(1): 1-11.
- 37-Dajoz, R., 1971 - *Précis d'écologie*. Edition Dunod, Paris, France, 434p.
- 38-Dajoz R., 1982 - *Précis d'écologie*, Ed. Gauthier-Villars, Paris, 503p.
- 39-Dajoz R., 1996 - *Précis d'écologie*, Ed. Dunod, Paris, 551p.
- 40-Dajoz R., 1985 - *Précis d'écologie*, Ed. Dunod, Paris, 505p.

- 41-Damerdji A, et Cheikh-Mouloud D., 2007 - Faune de l'extreme Ouest du littoral Algérien: Biodiversité et approche bioécologique. Forum scientifique écologie et environnement, Univ. de Tlemcen 17-18 Avril 2007.
- 42-Daniel C., and Meyers J. H. 1995 - limate and outbreaks of the forest tent caterpillar. *Echography*, 18, 353-362.
- 43-Dervin C., 1992 - *Analyse des correspondances. comment interpreter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances*. Ed. ITCF, Paris, 72p.
- 44-Diehl R., 1975 - *Agriculture générale*, Ed. J.B. Baillière, Paris, 396p.
- 45-Dirsh V.M., 1956 - *The phallic complex in Acridoidea (Orthoptera) in relation to taxonomy*. Trans. Ent. Soc. Lond. 108: 223-357.
- 46-Dirsh V. M., 1965 - *The african genera of Acridoidea*, Ed. Presses, Univ. Cambridge, 579p.
- 47-Doumandji, S.E., Doumandji-Mitiche, B., Briki, Y., 1992 - Bioecologie des Orthoptères dans trois types de stations dans la region de Dellys (Algerie). *Medical Faculty Landbouw University Gent*. 57/3a, 667-673.
- 48-Doumandji S.E., Doumandji-Mitiche B., Khoudour A., Benzara A., 1993 - Pullulations de sauterelles et de sauteriaux dans la region de Bordj-Bouarreridj (Algerie). *Medical Faculty Landbouw University Gent*. 58/24: 329-336.
- 49-Doumandji, S.E., et Doumandji-Mitiche, B., 1994 - Criquets et sauterelles (Acridologie). Edition OPU, Alger, 99p.
- 50-Dreux P., 1980 - *Précis d'écologie*, Ed. PUF, Paris, 281p.
- 51-Duhazé B., et Bonifait S., 2014 - Contribution à la connaissance des Orthoptères d'Aquitaine: nouvelles données et considérations ecologiques (Ensifera et Caelifera). *Materiaux Orthoptériques et Entomocénétiques*, 19: 81-97.
- 52-Duranton J.F., Launois M., Launois - Luong M.H., et Lecoq M., 1979 - Biologie et écologie de *Catantops haemorrhoidalis* en Afrique de l'ouest (Orthopt. Acrididae). *Annls. Soc. Ent. Fr. (N.S)* 15 (2): 319-343.
- 53-Duranton J.F. et Lecoq M., 1990 - *Le criquet pèlerin au sahel*. Coll. Ac. Op. n°6, CIRAD, PRIFAS, Montpellier, 84p.
- 54-Duranton J.F, Launois M., Launois - Luong M.H et Lecoq M., 1982 - *Manuel de prospection antiacridienne en zone tropicale sèche*. Ed. GERDAT, Paris, T2, 696p.

- 55-Eades D.C, 2000 - Evolutionary relationships of phallic structures of Acridomorpha (Orthoptera). *Journal of Orthoptera Research*, 9: 181-201.
- 56-Eades D.C., Otte D., Cigliano M.M. & Braun H., 2011 - *Orthoptera Species File Online*. Version 2.0/4.0. Available from <http://Orthoptera.SpeciesFile.org/> Accessed April, 2011.
- 57-Eberhard W.G.M., 1985 - *Sexual selection and animal genitalia*. Harvard University Press, Cambridge, 244p.
- 58-El Ghadraoui L, Petit D et El Yamani J., 2003 - Le site Al Azaghar (Moyen Atlas, Maroc) : un foyer grégarigène du criquet marocain *Dociostaurus maroccanus* (Thunb., 1815). *Bull. inst. Sci., Rabat, Section sciences de la vie*, n°25: 81-86.
- 59-Emberger L., 1955 - Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trav. Lab. Geol. Bot. et Zool., Fac. Sc. Montpellier*, 7: 1-43.
- 60-F.A.O, 2011 - Bioécologie du criquet pèlerin, document de la FAO, 347p.
- 61-Fartman T., Kramer B., Stelzner F., and Poniatowsky D., 2012 - Orthoptera as ecological indicators for succession in steppe grassland. *Ecological indicators*, 20:337-344.
- 62-Faurie C., Ferra C., Medor P., Devaux J., et Hemptinne J.L., 2008 - *Ecologie. Approche scientifique et pratique*. Ed. Lavoisier, Paris, France, 488p.
- 63-Fenni M., 2003 - Etude des mauvaises herbes des céréales d'hiver des hautes plaines constantinoises. Ecologie, dynamique, phénologie et biologie des bromes. Thèse de Doctorat, Univ. Setif, 165p.
- 64-Franzen M., and Dieker P., 2014 - The influence of terrain age and altitude on the arthropod communities found on recently deglaciated terrain. *Current Zoology* 60 (2): 203–220.
- 65-Frontier S., 1982 - *Stratégies d'échantillonnage en écologie*. Ed. Masson et cie, Paris, France, 494p.
- 66-Frontier S., Pichod-Viale D., Lepretre A., Davoult D. et Luczac C., 2008 - Ecosystèmes. Structures, Fonctionnement, Evolution. 4° Ed., Dunod, Paris, France, 558p.
- 67-Gagne W.C., 1979 - Canopy-associated arthropods in *Acacia koa* and *Metrosideros* tree communities along an altitudinal transect on Hawaii island. *Pacific insects*, 21:56-82.
- 68-Grassé P., 1949 - *Traité de zoologie, anatomie, systématique et biologie*. Ed. Masson et Cie, Paris, T.IX, 1117p.

- 69-Greathead P.J., Kooyman C., Launois - Luong M.H., et Popov G.B., 1994 - *Les ennemis naturels des criquets du Sahel*. Coll. Acrid. Opérat., n°8, Ed. CIRAD, PRIFAS, Montpellier, 147p.
- 70-Grytnes J.A., and Vetaas O.R., 2002 - Species richness and altitude: a comparison between null models and interpolated plant species richness along the Himalayan altitudinal gradient. *The American Naturalist*. 159(3): 294-304.
- 71-Hamadi, k., and Doumandji-Mitiche, B., 2014 - Diversity and ecology of Orthoptera of some agricultural areas in Northern Algeria. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*. 3(1): 176-180.
- 72-Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan, P.D., 2001 - Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontologica Electronica*, 4: 1-9.
- 73-Hassani L, Mesli L, and Ferouani T., 2010 - Bioecology of Caelifera (Orthoptera) in the area of Maghnia (Tlemcen, Algeria). *Biosciences, biotechnology research Asia*, 7 (1): 45-51.
- 74-Hawkins B.A., Field R., Cornell H.V., Currie,D.J., Guegan J.F., Kaufman D.M., Kerr J.T., Mittelbach G.G., Oberdorff T., O'Brien E.M., Porter E.E., and Turner J.R., 2003 - Energy, water, and broad-scale geographic patterns of species richness. *Ecology*, 84: 3105-3117.
- 75-Hochkirch A., Nieto A., García Criado M., Cálix M, Braud Y, Buzzetti FM., Chobanov D, Odé B., Presa-Asensio J.J., Willemse .L, Zuna-Kratky T., Barranco Vega P., Barros F., Bushell M., Clemente M.E., Cordero-Tapia P.J., Correas J.R., Dusoulier F., Ferreira S., Fontana P., García MD, Heller K-G, Iorgu IŞ, Ivković S, Kati V, Kleukers R, Krištín A, Lemonnier-Darcemont M., Lemos P., Massa B., Monnerat C., Papapavlou K.P., Prunier F., Pushkar T., Roesti C., Rutschmann F., Şirin D., Skejo J., Szövényi G., Tzirkalli E., Vedenina V., Barat-Domenech J., Defaut B., Fartmann T., Gomboc S., Gutiérrez-Rodríguez J., Holuša J., Illich I., Karjalainen S., Kočárek P., Korsunovskaya O., Liana A., López H., Morin D., Olmo-Vidal J.M., Puskás G., Savitsky V., Stalling T., Tumbrinck J., 2016 - European red list of grasshoppers, crickets and bush-crickets. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 86 pp.
- 76-Hodkinson I.D., 2003 - Metabolic cold adaptation in arthropods: a smaller-scale perspective. *Funct. Ecol.* 17: 562-567.
- 77-Honek A., 1993 - Intraspecific variation in body size and fecundity in insects. A general relationship. *Oikos*, 66(3): 483-492.

- 78-Hughes R.G., 1986 - Theories and models on species abundance. *The American Naturalist*, 128(6): 879-899.
- 79-Ihsan S., et Donskoff M., 1988 - Catalogue et clés de détermination illustrés des Pamphagidae du Proche Orient (Orthoptera). *Bulletin de la Société Entomologique de France*, 93 (1-2): 13-31.
- 80-Ihsan S., 1989 - Systématique des acridiens du proche orient, aspects physiologiques et ultra-structuraux d'une embryogénèse avec diapause chez *Locusta migratoria* (Linné ; 1758). Thèse de Doctorat, Univ. P.M. Curie, France, 208p.
- 81-Janniche G.S., Spliid H., and Albrechtsen H.J., 2012 - Microbial community-level physiological profiles (CLPP) and herbicide mineralization potential in groundwater affected by agricultural land use. *J. Contam. Hydrol.* 140: 45-55.
- 82-Janzen D.H., Ataroff M., Farinas M., Reyes S., Rincon N., Soler P., Soriano P., and Vera M., 1979 - Changes in arthropod community along an elevation transect in the Venezuelan Andes, *Biotropica*, 83(3): 193-203.
- 83-Jayaraman K., 1999 - Manuel de statistiques pour la recherche forestière, Document FAO, 239p.
- 84-Joern, A. 2005 - Variation in grasshopper (Acrididae) densities in response to fire frequency and bison grazing in tall grass prairie. *J. Enir. Ento*, 6: 1617-1625.
- 85-Joern A., 1982 - Distributions, densities, and relative abundances of Grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) in a Nebraska Sandhills Prairie. *Prairie Naturalist*, 14(2): 37-45.
- 86-Kariuki P.K., Toroitich F., Ongamo G., Nduko J.M., Owino E., and Ori A.K., 2019- Diversity and Abundance of Grasshopper and Locust Species in Nakuru County, Kenya. *Asian Journal of Conservation Biology*, 8 (2); 102-109.
- 87-Kekeunou S., Membou D.T., Tamesse J.L., and Oumarou C.N., 2017 - Acrididea diversity in degraded areas of higher mountains in West Cameroon. *African Entomology*, 25(1): 239-243.
- 88-Kemp W.P., Harvey S.J, and Neill K.M.O., 1990 - Habitat and Insect Biology Revisited: The Search for Patterns. *American Entomologist* 36: 44-49.
- [89-Kristin A., Jarcuska B., and Kanuch P., 2019 - Diversity and distribution of Orthoptera communities of two adjacent mountains in northern part of the Carpathians. Studies of National Museum of Natural History "Grigore Antipa", 62\(2\): 191-211.](#)

[Kumar H., Usmani M.K., and Kumari R., 2014 - Taxonomic significance of male supra-anal plate, cerci and subgenital in the classification of Indian Pyrgomorphidae \(Orthoptera: Pyrgomorphidae\). *Journal of Entomological Research Society*, 16\(1\): 21-26.](#)

90-Lamotte M., et Bourlière F., 1969 - *Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*. Ed. Masson et Cie, Paris, 303p.

91-Lara A.C.F., Fernandes G.W., and Goncalves-Alvim S.J., 2002 - Tests of hypotheses on patterns of gall distribution along an altitudinal gradients. *Tropical zoology*, 15:219-232.

92-Latchininsky A., Sword G., Sergeev M., Cigliano M.M, and Lecoq M., 2011 - *Locusts and Grasshoppers: Behavior, Ecology, and Biogeography*, Hindawy publishing corporation Psyche, volume 2011:1-4.

93-Launois M., 1974 - Modification du nombre d'ovarioles et de tubes séminifères de la descendance du criquet migrateur *Locusta migratoria capito* (Saussure) par effet de groupement d'adultes solitaires issus de populations naturelles. *C. R. Acad. Sc. Paris*, T27: 3139-3142.

94-Launois - Luong M.H., 1979 - Etude comparée de l'activité génésique de sept acridiens du sahel dans des conditions éco météorologiques semblables. *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 11(2): 209-226.

95-Lecoq M., 1978 - Biologie et dynamique d'un peuplement acridien de zone soudanienne en Afrique de l'ouest (Orthoptera-Acrididae). *Annales de la Société Entomologique de France* (N.S) 14(4): 603 - 681.

96-Lecoq, M., 1989 - *Vade mecum des criquets du sahel*. Ed. CIRAD, PRIFAS, Montpellier, France, 81p.

97-Lecoq M., et Mestre J., 1988 - *La surveillance des sautériaux du Sahel*. Coll. Acrid. Opérat., n°2, CIRAD, PRIFAS, Montpellier, 62p.

98-LeGall P., 1989 - Le choix des plantes nourricières et la spécialisation trophique chez les Acridoidea (Orthoptères). *Bull. Ecol.* T20, 3: 245-261.

99-LeGall P., et Gillon Y., 1989 - Partage des ressources et spécialisation trophique chez les acridiens (Insecta : Orthoptera : Acridomorpha) non-graminivores dans une savane préforestière (Lamto, Côte d'Ivoire). *Acta oecologica/oecol. Gener.*, Vol. 10; n°1: 51-74.

100-LeGall P., 1997 - La fidélité à l'arbre hôte chez un acridien sédentaire, *Stenocrobylus festivus* (Orthoptera, Acridoidea). *Journal of african Zoology*, 111 (1): 39-45.

- 101-Leksono A.S., Feriwibisono B., Arifianto T., and Pratama F., 2017 - The abundance and diversity of Odonata along an altitudinal gradient in East Java, Indonesia. *Entomological Research*, 47(4): 248-255.
- 102-Lomolino M. 2001 - Elevation gradients of species-density: historical and prospective views. *Glob. Ecol. Biogeogr.*, 10: 3-13.
- 103-Louveaux A., Peyrelongue J.Y. et Gillon Y., 1988 - Analyse des facteurs de pullulation du criquet italien *Calliptamus italicus* (L) en Poitou-Charentes. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 74, n°8: 91-102.
- 104-Louveaux A., Mouhim A., Roux G., Gillon Y et Barral H., 1996 - Influence du pastoralisme sur les populations acridiennes dans le massif du Siroua (Maroc). *Rev. Ecol. (Terre et vie)*, Vol.51: 139 - 151.
- 105-Louveaux, A., Amedegnato, C., Poulain, S., Dessutter - Grandcolas, L., 2013 - Catalogue and keys of the Acridomorpha (Insecta: Orthoptera) from North West Africa. *Zoosystema*, 35(2): 175-181.
- 106-Mariottini Y., Dewysiecki M. L., and Lange C. E., 2013 - Diversity and distribution of grasshoppers (Orthoptera: Acridoidea) in grasslands of the Southern Pampas region, Argentina. *Biologie Tropicale*, 61(1): 111-124.
- 107-May R.M. 1975 - Patterns of species abundance and diversity, Ecology and evolution of communities, Ed. Cody M.L. and Diamond J.M., Harvard University Press, Cambridge, pp.81-120.
- 108-McCain C.M., and Grytnes J.A., 2010 - Elevational gradients in species richness. *Encyclopedia of life sciences*: 1-10.
- 109-McCoy E.D., 1990 - The distribution of insects along elevations gradients. *Oikos*, 58: 313-332.
- 110-Mebarki A., 2007 - Les bassins hydrologiques de l'Algérie orientale: ressources en eau, aménagement et environnement. *Houille blanche (Grenoble)*, 7 (2): 112-115.
- 111-Mekkioui A., et Mesli L., 2010 - Etude préliminaire des Orthoptères Caelifères de deux stations dans la region de Hafir (monts de Tlemcen, Ouest Algerien). *Materiaux Orthoptériques et Entomocénologiques*, 14: 53-60.
- 112-Mestre, J., 1988 - *Les acridiens des formations herbeuses d'Afrique de l'Ouest*. Edition CIRAD, PRIFAS, Montpellier, France, 331p.

- 113-Moussi A., 2012 - Analyse systématique et étude bioécologique de la faune des acridiens (Orthoptera: Acridomorpha) de la région de Biskra. Thèse de Doctorat, Univ. Biskra, 112p.
- 114-O.N.M.(Office National de la Météorologie). 2015 - Document de l'office National de Météorologie, Algerie, 6p.
- 115-PDAU, 2008 - Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme, Commune de Kherrata (document APC), 105p.
- 116-Peters M.K., Hemp A., Appelhans T., Behler C., Classen A., Detsch A., Ensslin A., Ferger S.W., Frederiksen S.B., Gebert F., Haas M., Helbig-Bonitz M., Hemp C., Kindeketa W.J., Mwangomo E., Ngereza C., Otte I., Roder J., Rutten G., Schellenberger Costa D., Tardanico J., Zancolli G., Deckert J., Eardley C.D., Peters R.S., Roder M.O., Schleuning M., Ssymank A., Kakengi V., Zhang J., Bohning-Gaese K., Brand R., Kalko E.K.V., Kleyer M., Nauss T., Tschapka M., Fischer M., and Steffan-Dwenter J., 2016 - Predictors of elevational biodiversity gradients change from single taxa to the multi-taxa community level. *Nature communications*, 7, 13736.
- 117-Popov, G., Launois-Luong, M.H., Vanderweel, J., 1990 - *Les oothèques du criquets du sahel*. Ed. CIRAD, PRIFAS, Montpellier, France, 93p.
- 118-Prendini, L., Theron, L.J., Vandermerwe, K., and Owen-Smith, N., 1996 - Abundance and guild structure of grasshoppers (Orthoptera: Acridoidea) in communally grazed and protected savanna. *South African Journal of Zoology*, 31(3), 120-130.
- 119-Price P.W., Fernandes G.W., Lara A.C.F., Branwn J., Gerlinch D., Barrios H., Wright M., Ribeiro S.P., and Rothcliff N., 1998 - Global patterns in local number of insects galling species. *Journal of biogeography*, 25: 581-591.
- 120-Raccaud - Schoeller J., 1980 - *Les insectes. Physiologie et développement*. Ed. Masson, Paris, 296p.
- 121-Rahbek C., 1995 - The elevational gradient of species richness: a uniform pattern? *Echography*, 18: 200-205.
- 122-Ramade F., 1984 - *Eléments d'écologie- Ecologie fondamentale*. Ed. McGraw-Hill, Paris, 397p.
- 123-Ramade F., 1994 - *Eléments d'écologie - Ecologie fondamentale*. Ed. Science internationale, 579p.
- 124-Ramade F., 2003 - *Eléments d'écologie – Ecologie fondamentale*.Ed. dunod, 3^o édition, Paris, 690p.

- 125-Randall M.G.M., 1982 - The dynamics of an insect population throughout its altitudinal distribution: *Coleophora alticolella* (Lepidoptera) in northern England. *Journal of Animal Ecology*, 51: 993-1016.
- 126-Ricklefs R. E., et Miller G. L., 2005 - *Ecologie*. Ed. De Boek, Bruxelles, Belgique, 821p.
- 127-Rivas-Martinez S., 1996 - *Geobotanica y bioclimatologia*. Universidad de Grenada: 23-75.
- 128-Rosenweig M.L., and Abramsky Z., 1993 - How are diversity and productivity related? In: Ricklefs, R. and Schluter, D. (eds), *Species Diversity in Ecological Communities: Historical and Geographical Perspectives*, Univ. Chicago Press, pp.52-65.
- 129-Rouibah, M., 2017 - Bioecologie des Orthoptères dans la region de Jijel: cas particulier de *Calliptamus barbarus* (Orthoptera: Calliptaminae): morphométrie, régime alimentaire, acridofaune et identification moléculaire. Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomiques, El-Harrach, Alger, 227p.
- 130-Samejo A.A., Sultana R. and Khatri I. 2013 - Incident of the desert locust *Schistocerca gregaria* (Forskal, 1775) (Cyrtacanthacridinae: Acrididae: Orthoptera) in the Thar Desert, Sind (Pakistan). *Arquivos entomoloxicos* 15: 85-89.
- 131-Sardet E., Perru S., Conelli A., et Rosetti C., 2005 - *Acrotylus patruelis* (Herrich-Schaffer, 1838) (Orthoptera: Acridoidea), nouvelle espèce pour la Suisse. *Bulletin de la Société Entomologique Suisse*, 78(3-4): 399-407.
- 132-Sarrab N. 1982 - Etude de l'agressivité des pluies sur le sol dans quelques stations de l'Est Algérien. Thèse de magistère, Univ. de Constantine, 127p.
- 133-Schowalter, T.D., 2011 - *Insect ecology: an ecosystem approach*. 3rd ed. Academic Press, San Diego, 572p.
- 134-Seino R., Dongmo T.I., Ghogomu R., Kekeunou S., Chiffon R., and Manjeli, Y., 2013 - An inventory of short horn grasshoppers in the Menoua Division, West region of Cameroon. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 4(3): 291-299.
- 135-Sergeev M.G., 2011 - Distributin patterns of grasshoppers and their kin in the boreal zone. *Locusts and grasshoppers: behaviour, ecology and biogeography*. Ed. Hindawi: 11-19.
- 136-SiBachir, A., Hafner, H., Tourenq, J. N., Doumandji, S. E., and Lek, S., 2011 - Diet of the adult cattle egrets (*Bubulcus ibis* L.) in a new North-African colony (Petite Kabylie, Algeria): taxonomic composition variability. *Ardeola*,48: 217-223.

- 137-Sirin D., Eren O., and Ciplak B., 2010 - Grasshopper diversity and abundance in relation to elevation and vegetation across a snapshot in Mediterranean Anatolia: role of latitudinal position and altitudinal differences. *Journal of Natural History*, 44(21-22): 1343-1363.
- 138-Soares S.A., Antonialli-Junior W.F., and Lima-Junior S.E., 2010 - Diversidade de formigas epigeicas (Hymenoptera: Formicidae) em dois ambientes no centro-oeste de Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 54(1): 76-81.
- 139-Sofrane, Z., 2014 - Biodiversité de l'Orthoptérofaune (criquest et sauterelles) de la région de Setif et étude de quelques aspects chimiques et génétiques. Thèse de Doctorat, Univ. Setif, Algérie, 178p.
- 140-Song H., Amedegnato C., Cigliano M.M., Desutter-Grandcolas L., Heads S. W., Huang Y., Otte D., and Whiting M.F., 2015 - 300 million years of diversification: elucidating the patterns of Orthopteran evolution based on comprehensive taxon and gene sampling. *Cladistics* 31: 621-651.
- 141-Song, H., 2004 - Post-adult emergence development of genitalic structures in *Schistocerca* STAL and *Locusta* L. (Orthoptera: Acrididae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 106(1): 181-191.
- 142-Song, H., 2006 - Description of *Schistocerca cohni* n. sp. and redescription of *S. socorro* (Dirsh) (Orthoptera: Acrididae: Cyrtacanthacridinae) from Mexico. *Zootaxa*, 1150: 43-52.
- 143-Song H., and Bucheli , 2010 - Comparison of phylogenetic signal between male genitalia and non-genital characters in insects systematics. *Cladistics*, 26:23-35.
- 144-Song H., and Marino-Perez R., 2013 - Re-evaluation of taxonomic utility of male phallic complex in higher-level classification of Acridomorpha (Orthoptera: Caelifera). *Insect Systematics & Evolution*, 44: 241–260.
- 145-Song H., Mariño-Pérez R., Woller D.A., and Cigliano M.M., 2018 - Evolution, diversification, and Biogeography of Grasshoppers (Orthoptera: Acrididae), *Insect Systematics and Diversity*, 2(4): 3; 1-25.
- 146-Stevens G.C., 1992 - The elevational gradient in altitudinal range: an extension of Rapport's latitudinal rule to altitude. *The American Naturalist*, 140: 893-911.
- 147-Sun T., Liu Z.Y., Qin L.P., and Long R.J., 2015 - Grasshopper (Orthoptera: Acrididae) community composition in the rangeland of the Northern slopes of the Qilian mountains in Northwestern China. *Journal of Insect Science*, 15(1): 1-7.
- 148-Thibaut, T., 2002 - Biostatistiques. Edition Université Nice, France; 40p.

- 149-Tokeshi M., 1990 - Niche apportionment or random assortment: species abundance patterns revisited. *Journal of Animal Ecology*, 59(3): 1129-1146.
- 150-Usmani M.K., 2009 - Male and female genitalia in some Libyan species of Acrididae (Orthoptera : Acridoidea), *Entomological Research*, 39: 1–35.
- 151-Uvarov B., 1977 - *Grasshoppers and locusts: a handbook of general acridology*. vol. 2, Center of overseas pest research, London, UK. 613p.
- 152-Viera Da Silva J, 1979 - *Introduction à la théorie écologique*. Ed. Masson, Paris, 112p.
- 153-Villeneuve F et Désiré C, 1965 - *Zoologie*. Coll. C. Désiré, Paris, 324p.
- 154-Voisin J.F., 1986 - Observation sur une pullulation d'*Aeropus sibiricus* en Grande-assière (Savoie). *Bull. Soc. Ent. Fr.*, 91 (7-8): 213-218.
- 155-Whitman D.W., 1987 - Thermoregulation and daily activity patterns in a black desert grasshopper *Taenipodia eques*. *Animal behaviour*, 35: 1814-1829.
- 156-Whittaker R.J., Willis K.J., and Field R., 2001 - Scale and species richness: towards a general hierarchical theory of species diversity. *journal of Biogeography*, 28:453-470.
- 157-Wettstein W., and Schmid B., 1999 - Conservation of Arthropod diversity in montane wetlands: effect of altitude, habitat quality and habitat fragmentation on butterflies and grasshoppers. *Journal of Applied Ecology*, 36: 363-373.
- 158-Williams, P.H., and Gaston, K.J., 1994 - Measuring more of biodiversity-Can higher taxon richness predict wholesale species richness? *Biological conservation*, 67: 211-217.
- 159-Wolda H., 1987 - Altitude, habitat and insect diversity. *Biological Journal of the Linnean Society*, 30(4): 313-323.

THE ABUNDANCE AND DIVERSITY OF GRASSHOPPER (ORTHOPTERA: CAELIFERA) ALONG AN ALTITUDINAL GRADIENT IN JIJEL DISTRICT, ALGERIA

AMMAR AZIL and ABDELMADJID BENZEHRA

Department of Agricultural and Forest Zoology, Higher National School of Agronomy, El-Harrach, Algiers, Algeria
E-mail: azil-ammam@hotmail.fr

Abstract

Grasshoppers (Orthoptera: Caelifera) diversity were studied in three sites at different altitude in Jijel district (North East Algeria). The insects were captured with sweep net weekly from April to August 2016. It appears that 30 Grasshopper species belonging to 4 families and 11 subfamilies were identified amongst 712 individuals. Acrididae species (25) were the most frequent. The species richness was higher at medium altitude (23 species) and high altitude (22 species) than at low altitude (18 species). Species abundance distribution fitted the Broken stick model at low and high altitude while it fitted the Geometric or Motumura model at medium altitude. Grasshopper abundance increased with the altitude while diversity was not correlated with increasing altitude since diversity indices values were high in medium altitude.

KEY WORDS: abundance, species richness, diversity, altitude, Caelifera, Jijel district

Introduction

Grasshoppers are of great importance as they can cause serious damage to crops. They are recognized as important source of food for reptiles, amphibians, mammals and other arthropods (Doumandji & Doumandji-Mitiche, 1994) and birds (SiBachir *et al.*, 2001) and are also important bio-indicators because of their specific habitat preferences and sensibility to any changes in their habitats (Thomas, 2005, Guido & Gianelle, 2001; Cigliano *et al.*, 2011).

In Algeria, this insect group was studied initially by Chopard (1943). In the 1980s, the Department of Agricultural and Forest Zoology of the Higher National School of Agronomy in Algiers became interested in them and several studies have been conducted (Chara, 1987; Doumandji-Mitiche *et al.*, 1991; Doumandji *et al.*, 1992; 1993; Benzara, 2004; Ould-EI-Hadj, 2004; Bounechada *et al.*, 2006; Allal-Benfekih, 2006;

Mesli, 2007; Benkennana, 2012; Moussi 2012; Rouibah 2017). Despite this, they are insufficiently known and remain subject to much other research on a systematic, biological and ecological level. Kabylie of Babors has not yet been to real fauna surveys, and even less of Orthopteran surveys despite its geographic, climatic, botanical features which makes it an ecological virgin island. Currently, our knowledge of the diversity of this region is poor excluding some plants (Gharzouli & Djellouli 2005) and animal groups such as birds (Bellatreche, 1999; Bougaham & Moulai, 2014, Bougaham *et al.*, 2019).

The main objective of this study is to carry out an ecological study in order to describe the composition and structure of grasshoppers according to the altitude in this region after an inventory of the existing species and determinate if species diversity is correlated with increasing altitude.

Jijel district has not yet been to real fauna surveys, and even less of Orthopteran surveys despite of its geographic, climatic, botanical features which makes it an ecological virgin island. Currently, our knowledge of the grasshopper diversity of this region is poor. Only few records about the grasshoppers of Jijel district are available which are scatted throughout the literature with Tekkouk (2008) and Rouibah (2017).

Material and methods

Study area

Three sites of different altitude were selected in Jijel district in the Northern East of Algeria: Kaous, Djimla, and Ferdjioua (Fig. 1).

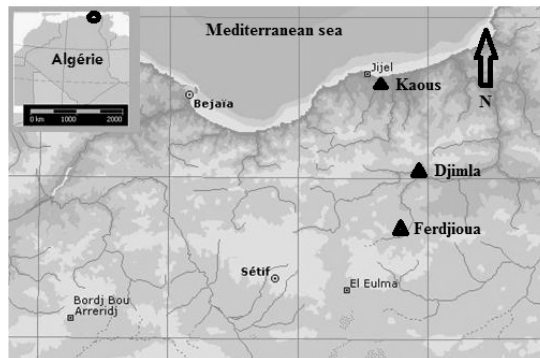


Figure 1. Location of sampling sites

Site 1 (low altitude) is located in Kaous ($36^{\circ}46'13''$ N $5^{\circ}48'49''$ E). It is a valley on a plane soil with sandy clay texture, near the sea on an altitude of 60 m, the recovery rate is 60%; the most dominant plant species are *Dittrichia viscosa* Greuter, 1973, *Nerium oleander* L., 1753, *Juncus effuses* L., 1753 and *Anacyclus clavatus* (Desf.) Pers. 1807 (Fig. 2a).

Djimla site (medium altitude) ($36^{\circ}34'53''$ N $5^{\circ}53'6''$ E) is a strub with silty clay soil, the altitude is about 600 m, exposed to the North-West, and the slope is 25%. The recovery rate is 60%. *Dittrichia viscosa* Greuter, 1973 *Taraxacum officinale* F.H. Wigg. 1780., *Galactites tomentosus* Moench 1794 and *Hordeum murinum* L.1753 dominate the flora on this site (Fig. 2b).

Ferdjioua site (high altitude) (36°24'32"N 5°56'45"E) is a cultivated area which culminates at 1100 m, soil is silty without stones and the recovery rate is 80%. *Triticum durum* Desf.1798, *Cynodon dactylon* (L.) Pers. 1805, *Bromus hordeaceus* L. 1753 and *Hordeum murinum* L. 1753 are the dominant plants (Fig. 2c).



Figure 2. A - Kaous, low altitude; B - Djimla, midium altitude; C - Ferdjioua, high altitude.

Study design

Jijel is dominated by the Mediterranean climate (Meddour, 2010), which is characterized by hot and dry summers and mild and rainy winter. Temperatures indicate a great homogeneity caused by the influence of the sea. Annual average temperature range from 11.3°C to 26°C at site 1, from 6.9°C to 23.2°C at site 2, and from 7.1°C to 24°C at site 3. The average rainfall is about 814 mm at site 1, 941 mm at site 2, and 673 mm at site 3 (O.N.M., 2016).

Sampling

A sampling of grasshoppers was carried out from April to August 2016, every week. We used a quadrats method which consists on a predefined sampling surfaces of nine square meter, bounded by a string within grasshoppers are captured by a sweep net with a diameter of 30 cm at the mouth and a beg length of 60 cm. For each of three stations we performed five quadrats every week. Samples are made in the morning from 9 a.m. to 11 a.m. under sunny skies and light winds. The sampling period takes from 2 hours to 2 hours and a half at each station.

Grasshopper identification

Acridian identification was performed using a binocular stereomicroscope and specialized keys of Chopard (1943), Mestre (1988), <http://acrinwafrica.mnhn.fr> and <http://orthoptera.species.org>. Specimens examined during the study are deposited in a Higher National School of Agronomy, Department of Agricultural and Forest Zoology, Zoology laboratory, El-Harrach, Algiers.

Data analysis

PAST 3.04 Software (Hammer *et al.*, 2001) was used to calculate:

Relative abundance ($RA\% = 100p_i$) of each species ($p_i = n_i / N$: n_i = number of individual of species i , N = total number of individuals collected) (Zaïme & Gautier, 1989).

Occurrence frequency (FO): $FO_i(\%) = \frac{C_i \times 100}{K}$, (Fo \geq 50%: constant species; 25% \leq Fo < 50%: accessory species; Fo < 25%: accidental species); Ci = the number of sampling units containing the species i, K: total number of sampling unit (Dajoz, 1971).

Shannon-Weaver index (H): $H = -\frac{1}{\ln 2} \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$ (Ramade, 1984).

p_i : relative abundance for each species.

S: number of species.

Pielou index (J): $J = \frac{H}{H_{max}}$ (Blondel, 1979).

H: Shannon-Weaver index.

$H_{max} = \log_2 S$

To establish the species abundance distribution model of the community studied (geometrics, log series, broken stick or log-normal), four models are traditionally used to describe patterns of species abundance (geometric series, log series, log-normal, and broken stick).

Whether the data were parametric or non-parametric was determined by applying Kolmogorov-Smirnov (normality) test, the correlation between grasshopper diversity/abundance and plant diversity was determined by performing a Spearman's rank correlation test, those tests were performed using statistical package for the social sciences (SPSS) version 10.0.

Other statistical tests such as Chi-square (χ^2) and Correspondence Factor Analysis (CFA) (Thibaut, 2002) were also done with the help of XLStat software (Copyright © 2016 Addinsoft).

Results

The abundance, species richness and diversity of grasshopper across elevation

A total of 30 Caelifera species belonging to 4 families and 11 subfamilies were recorded amongst the 712 individuals collected in the Acrididea community of Jijel district in North East Algeria (Table I). The species richness was higher at medium altitude (23 species) and high altitude (22 species) than at low altitude (18 species). This suggested that in Jijel, the species richness is not positive correlated to the increase of the altitude. The family Acrididae was represented by 25 species (83.33%); while Pamphagidae was represented by 3 species (10% of all species) and Pyrgomorphidae as well as Tetrigidae were monospecific (3.33%). Amongst the 712 individuals captured, Acrididae were the most sampled and present at three sites with high relative abundance: 98.91% in Kaous, 99.60% in Ferdjioua and 95.60% in Djimla (Table I). Abundances of Pamphagidae, Pyrgomorphidae and Tetrigidae were low and did not exceed 2.56% (Table I). The number of individuals increases with the altitude (184 at site 1 \leq IN \leq 273 at site 3), Oedipodiane was also richest in species. *Oedipoda caerelescens sulfurescens* (Saussure, 1884) was the most abundant species (10.62% \leq RA \leq 10.86%), followed by *Calliptamus barbarus* (Costa, 1836) (6.52% \leq RA \leq 12.45%), *Aiolopus strepens* (Latreille, 1804) (7.84% \leq RA \leq 9.89%), *Pezotettix giornae* (Rossi, 1794) (1.08% \leq RA \leq 13.55%) and *O. fuscocincta* Lucas, 1845 (6.52 \leq RA \leq 9.01%). The comparison between the individual numbers of different grasshopper species according to the altitude of the site shows the existence of a high significant difference ($\chi^2_{obs} = 276.2$; ddl = 58; $p < 0.0001$). In general, Acridian abundance increased with the altitude. By considering each species, this general trend was maintain for *Aiolopus strepens*, *Calliptamus barbarus*, *C. wattenwylanus* Pantel, 1896, *Pezotettix giornae*, *Omocestus raymondi* (Yersin, 1863), *Ochrilidia filicornis* (Krauss, 1902), *Dociostaurus jagoi jagoi* Soltani, 1978, *Thalpomena algeriana* (Lucas, 1849), *Pamphagus*

elephas (Linnaeus, 1758), *Ocneridia volxemii* (Bolivar, 1878), *O. nigropunctata* (Lucas, 1849), *Pyrgomorpha conica* (Olivier, 1791). This trend was decreased for *Acrida turrata* (Linnaeus, 1758), *Eyrepocnemis plorans* (Charpentier, 1825), *Heteracris annulosa* (Walker, 1870), *H. littoralis* (Rambur, 1838), *Anacridium aegyptium* (Linnaeus, 1758), *Acrotylus insubricus* (Scopoli, 1786), *Thalpomena algeriana* (Lucas, 1849), *Truxalis nasuta* (Linnaeus, 1758), *T. annulata* Thunberg, 1815, *Paratettix meridionalis* (Rambur, 1838), *Aiolopus puissanti* Defaut, 2005, *Omocestus lucasii* (Brisout, 1850), *A. patruelis* (Herrich-Schaffer, 1838), *A. longipes* (Charpentier, 1845), *Oedipoda caerelescens sulfurescens*, *O. fuscocincta*, *Sphingonotus rubescens* (Walker, 1870), *S. azurescens* (Rambur, 1838), and *Locusta migratoria cinerascens* (Reiche & Fairmaire, 1849).

Table I. Abundance of acridian species in three different altitude sites in Jijel district.

	Low altitude (140m)	Medium altitude (600m)	High altitude (1090 m)
Acrididae (1)			
<i>Acrida turrata</i> (Linnaeus, 1758)	10.86 (20)	2.35 (6)	0.36 (1)
<i>Aiolopus strepens</i> (Latreille, 1804)	9.23 (17)	7.84 (20)	9.89 (27)
<i>Aiolopus puissanti</i> Defaut, 2005	0 (0)	1.96 (5)	0.36 (1)
<i>Eyrepocnemis plorans</i> (Charpentier, 1825)	20.65 (38)	1.17 (3)	1.09 (3)
<i>Heteracris annulosa</i> (Walker, 1870)	7.06 (13)	1.17 (3)	0(0)
<i>Heteracris littoralis</i> (Rambur, 1838)	1.08 (2)	0(0)	0(0)
<i>Calliptamus barbarus</i> (Costa, 1836)	6.52 (12)	9.41 (24)	12.45 (34)
<i>Calliptamus wattenwylanus</i> Pantel, 1896	0 (0)	0(0)	1.83 (5)
<i>Pezotettix giornae</i> (Rossi, 1794)	1.08 (2)	10.58 (27)	13.55 (37)
<i>Anacridium aegyptium</i> (Linnaeus, 1764)	2.71 (5)	1.17 (3)	0.73 (2)
<i>Omocestus lucasii</i> (Brisout, 1850)	0.54 (1)	2.35 (6)	0.73 (2)
<i>Omocestus raymondii</i> (Yersin,1863)	0(0)	1.17 (3)	1.09 (3)
<i>Ochrilidia filicornis</i> (Krauss, 1902)	1.08 (2)	7.84 (20)	8.42 (23)
<i>Dociostaurus jagoi jagoi</i> Soltani, 1978	0(0)	8.23 (21)	9.15 (25)
<i>Acrotylus patruelis</i> (Herrich-Schaffer, 1838)	4.34 (8)	7.84 (20)	6.59 (18)
<i>Acrotylus longipes</i> (Charpentier, 1845)	0(0)	1.17 (3)	0(0)
<i>Acrotylus insubricus</i> (Scopoli, 1786)	9.23 (17)	5.09 (13)	4.76 (13)
<i>Oedipoda caerelescens sulfurescens</i> (Saussure, 1884)	10.86 (20)	11.76 (30)	10.62 (29)
<i>Oedipoda fuscocincta</i> Lucas, 1849	6.52 (12)	9.01 (23)	7.69 (21)
<i>Thalpomena algeriana</i> (Lucas, 1849)	3.26 (6)	5.09 (13)	5.86 (16)
<i>Sphingonotus rubescens</i> (Walker, 1870)	0(0)	1.17 (3)	0(0)
<i>Sphingonotus azurescens</i> (Rambur, 1838)	0(0)	1.17 (3)	0(0)
<i>Locusta migratoria cinerascens</i> Reiche & Fairmaire, 1849	0(0)	1.17 (3)	0.36 (1)
<i>Truxalis nasuta</i> (Linnaeus, 1758)	1.08 (2)	0(0)	0(0)
<i>Truxalis annulata</i> Thunberg, 1815	2.71 (5)	0.78 (2)	0(0)
Total 1	98.91 (182)	99.60 (254)	95.60 (261)
Pamphagidae (2)			
<i>Pamphagus elephas</i> (Linnaeus, 1758)	0(0)	0(0)	0.73 (2)
<i>Ocneridia volxemii</i> (Bolivar, 1878)	0(0)	0(0)	1.09 (3)
<i>Ocneridia nigropunctata</i> (Lucas, 1849)	0(0)	0(0)	0.73 (2)
Total 2	0	0	2.56 (7)
Pyrgomorphidae (3)			
<i>Pyrgomorpha conica</i> (Olivier, 1791)	0(0)	0(0)	1.83 (5)
Total 3	0	0	1.83 (5)

Table I – continued

Tetrigidae (4)			
<i>Paratettix meridionalis</i> (Rambur, 1838)	1.08 (2)	0.39 (1)	0(0)
Total 4	1.08 (2)	0.39 (1)	0
Total 1+2+3+4	100 (184)	100 (255)	100 (273)

Oedipodinae ($34.23 \leq RA\% \leq 43.52$), Acridinae ($10.62 \leq RA\% \leq 20.10$), Eyprepocnemidinae ($1.09 \leq RA\% \leq 28.80$), and Gomphocerinae ($1.63\% \leq RA \leq 19.60\%$), and Calliptaminae ($6.52\% \leq RA \leq 14.28\%$), were the most abundant subfamilies, whereas Truxallinae ($0.78\% \leq RA \leq 3.8\%$), Cyrtacanthacridinae ($0.73\% \leq RA \leq 2.71\%$), Pezotettiginae ($1.08 \leq RA\% \leq 13.55$), and Tetriginae ($0.39\% \leq RA\% \leq 1.08$), Pamphaginae ($RA = 2.56\%$) and Pyrgomorphinae ($RA = 1.83\%$) showed low relative abundances (Table II).

Table II. Absolute and relative abundance of grasshopper subfamilies in three different altitude sites in Jijel district.

Subfamilies	Low altitude		Medium altitude		High altitude	
	<i>ni</i>	RA (%)	<i>ni</i>	RA (%)	<i>ni</i>	RA (%)
Acridinae	37	20.10	31	12.15	29	10.62
Eyprepocnemidinae	53	28.80	6	2.35	3	1.09
Calliptaminae	12	6.52	24	9.41	39	14.28
Pezotettiginae	2	1.08	27	10.58	37	13.55
Cyrtacanthacridinae	5	2.71	3	1.17	2	0.73
Gomphocerinae	3	1.63	50	19.60	53	19.41
Oedipodinae	63	34.23	111	43.52	98	35.89
Truxallinae	7	3.80	2	0.78	0	0
Pamphaginae	0	0	0	0	7	2.56
Pyrgomorphinae	0	0	0	0	5	1.83
Tetriginae	2	1.08	1	0.39	0	0
Total	184	100	255	100	273	100

Frequencies of occurrence of the grasshopper species

All species that have high occurrence frequency and are constant in the three study sites belong to Acrididae, and they are *Oedipoda caerelescens sulfurescens* (Fo= 60%, 80% and 75% in site 1, site 2 and site 3b respectively), *Aiolopus strepens* (50%, 50% and 75%) and *O. fuscocincta* (50%, 55% and 55%). Species that are constant in two of the three sites also belong to Acrididae, they are *Calliptamus barbarus* (60% and 65%), *Pezotettix giornae* (55% and 70%), *Ochrilidia filicornis* (55% and 50%) and *Dociostaurus jagoi jagoi* (50%). (Table III).

Table III. Occurrence frequency (%) of acridian species in three different altitude sites in Jijel district.

Species	Low altitude	Result	Medium altitude	Result	High altitude	Result
<i>Acrida turrata</i>	60	Constant	10	Accidental	5	Accidental
<i>Aiolopus strepens</i>	50	Constant	50	Constant	75	Constant
<i>Aiolopus puissantii</i>	0		10	Accidental	5	Accidental
<i>Eyprepocnemis plorans</i>	70	Constant	5	Accidental	5	Accidental
<i>Heteracris annulosa</i>	30	Accessory	10	Accidental	0	
<i>Heteracris littoralis</i>	5	Accidental	0		0	
<i>Calliptamus barbarus</i>	25	Accessory	60	Constant	65	Constant
<i>Calliptamus wattenwylanus</i>	0		0		10	Accidental
<i>Pezotettix giornae</i>	5	Accidental	55	Constant	70	Constant
<i>Anacridium aegyptium</i>	10	Accidental	10	Accidental	5	Accidental
<i>Omocestus lucasii</i>	5	Accidental	10	Accidental	5	Accidental
<i>Omocestus raymondi</i>	0		5	Accidental	10	Accidental
<i>Ochrilidia filicornis</i>	5	Accidental	55	Constant	50	Constant
<i>Dociostaurus jagoi jagoi</i>	0		50	Constant	50	Constant
<i>Acrotylus patruelis</i>	15	Accidental	35	Accessory	50	Constant
<i>Acrotylus longipes</i>	0		5	Accidental	0	
<i>Acrotylus insubricus</i>	25	Accessory	20	Accidental	25	Accessory
<i>Oedipoda caerelescens sulfurescens</i>	60	Constant	80	Constant	75	Constant
<i>Oedipoda fuscocincta</i>	50	Constant	55	Constant	55	Constant
<i>Thalpomena algeriana</i>	15	Accidental	20	Accidental	35	Accessory
<i>Sphingonotus rubescens</i>	0		5	Accidental	0	
<i>Sphingonotus azurescens</i>	0		5	Accidental	0	
<i>Locusta migratoria cinerascens</i>	0		10	Accidental	5	Accidental
<i>Truxalis nasuta</i>	10	Accidental	0		0	
<i>Truxalis annulata</i>	10	Accidental	5	Accidental	0	
<i>Pamphagus elephas</i>	0		0		5	Accidental
<i>Ocneridia volxemii</i>	0		0		10	Accidental
<i>Ocneridia nigropunctata</i>	0		0		5	Accidental
<i>Pyrgomorpha conica</i>	0		0		10	Accidental
<i>Paratettix meridionalis</i>	5	Accidental	5	Accidental	0	

Grasshopper diversity

Diversity indices values indicate high diversity at site 2, comparatively to site 1 and 3. Indeed, the values of Shannon-Weaver index shows that diversity is important in medium altitude (2.86) than in low (2.51) and high altitude (2.61). For the evenness (Pielou index), there is a tendency towards balance between species of the medium altitude than in low and high altitude since we have noted high values in low altitude (0.68) comparatively to medium (0.64) and high altitude (0.62) (Fig. 2).

Abundance distribution model of grasshopper communities

Our result revealed that grasshopper community structure of Ferdjioua (Fig. 3c) and Kaous (Fig. 3a) fitted a Broken stick model ($\chi^2= 10.68$; $P= 0.64$ and $\chi^2= 3.32$; $P= 0.99$, respectively). This model rarely characterizes animal community and it corresponds to a species abundance distribution where a few group of species share each other an important resource. Besides, the community of Djimla (Fig. 3b) is in accordance with Geometric model ($k= 0.15$; $\chi^2= 5.13$ and $P= 0.92$).

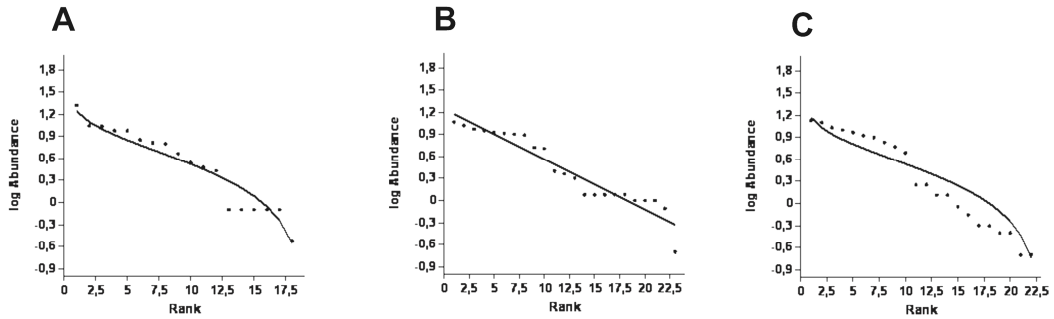


Figure 4. Species abundance distribution model in three different altitude sites in Jijel district. A - Kaous site (broken stick model); B - Djimla site (Geometric model); C - Ferdjioua site (Broken stick model).

Grasshopper assemblage patterns

The clouds of points of the Correspondence Factor Analysis of (CFA) show a staggering of grasshopper species according to the two main axes: species which range according to a gradient of humidity that progresses from the left to the right of the first axis, and species which range according to an elevation gradient that progresses from the bottom to the top of the second axis. The axis 1 and 2 have a respective inertia of 63.60% and 36.40%, they give, by altitudinal gradient three groups (Fig. 4): the first group includes nine species that were frequent in low altitude : *Heteracris annulosa*, *H. littoralis*, *Paratettix meridionalis*, *Truxalis annulata*, *T. nasuta*, *Anacridium aegyptium*, *Acrida turrata*, *Eyprepocnemis plorans* and *Acrotylus longipes*.

The second group is represented by 18 species: *Oedipoda caerelescens sulfurescens*, *O. fuscocincta*, *Calliptamus barbarus*, *C. wattenwylanus*, *Aiolopus strepens*, *A. puissantii*, *Thalpomena algeriana*, *Pezotettix giornae*, *Locusta migratoria*, *Ochrilidia filicornis*, *Sphingonotus rubescens*, *S. azurescens*, *Omocestus lucasii*, *O. raymondi*, *Dociostaurus jagoi jagoi*, *Acrotylus insubricus*, *A. patruelis* and *Pyrgomorpha conica*.

The third group is represented by species preferring environments with high altitude. These are: *Ocneridia volxemii*, *O. nigropunctata* and *Pamphagus elephas*.

Diversity and abundance of grasshopper in relation to vegetation diversity

The data normality analyzed by one-Sample Kolmogorov-Smirnov test showed that distribution was not normal, and that data Asymptote of significant is 0.001 (less than 0.05) means data was not normally distributed. Based on data skewness (moderate positive skewness), transformation data was fit with square transformation.

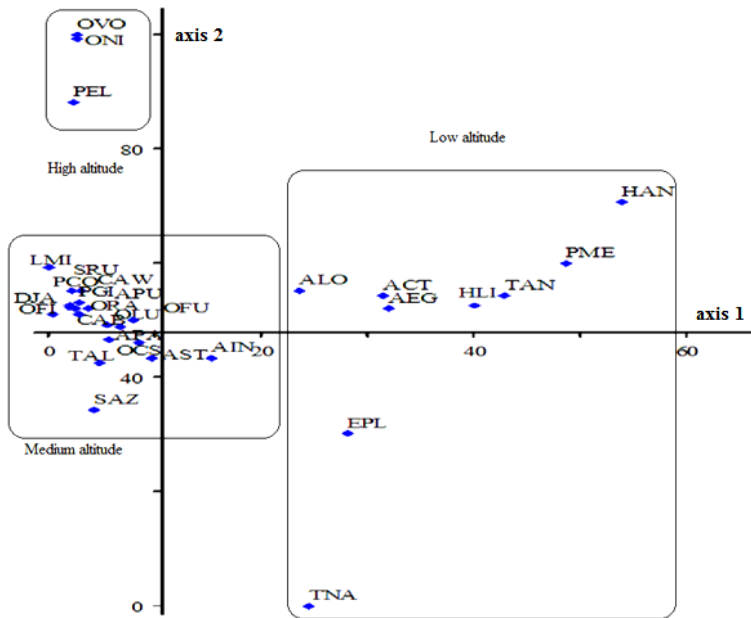


Figure 4. Graphical of the correspondence factor analysis of altitudinal distribution of grasshoppers at three different altitude in Jijel district.

Analysis of correlation between grasshopper diversity and plant diversity and between grasshopper abundance and plant diversity showed that correlation was significant $P < 0.001$; based on Correlation Coefficient value which was 0.466 for grasshopper diversity and plant diversity and 0.487 for grasshopper abundance and plant diversity, this correlation was considered fair.

Discussion

This species richness represents 22% of the Caelifera fauna knowing in Algeria (Louveaux & Benhalima, 1987). This richness was explained in large part by the ecological conditions of Jijel district which is among the richest regions in fauna and flora in Algeria (Boumar, 2014).

The high species richness of the family Acrididae might be an African phenomenon because it has also been noted several part of the continent (Seino *et al.*, 2013; Kekeunou *et al.*, 2017), and might be explained by the high number of subfamilies and species belonging to this family. These results are in agreement with those of Sofrane (2016), Hamadi & Doumandji (2014), Antonotas *et al.* (2014) and Kekeunou *et al.* (2017) who also noted a great abundance of Acrididae. Moussi (2012) also noted a high number of genera and species in Oedipodinae in southern Algeria. Insects are extremely mobile and occupy a habitat that transiently, while others, may be sedentary and have a reduced habitat but they play an important role in the ecology of this area (Southwood *et al.*, 1979).

The literature contains many examples showing that the relation between insect diversity and altitude is diverse and dispersed and three patterns emerge: a decline of diversity with increasing altitude (Stevens,

1992), important diversity at medium altitude (Gagne 1979, McCoy, 1990; Rahbek, 1995), and increased diversity with decreasing altitude (Randall, 1982; Price *et al.*, 1998).

The differences in grasshopper diversity could be explained by the difference of ecological conditions caused by climatic variations with altitude which influence the specific richness of the insects as well as their distribution (Whittaker *et al.*, 2001). Their composition, abundance and habitat selection change along altitudinal gradients such as temperature, humidity, precipitation and light intensity (Whitman, 1987). As altitude increases, temperature and partial pressure of atmospheric gases will decrease. The abundance and diversity of different arthropod groups might, as a result of these environmental changes, be expected to change with increasing altitude, although responses are likely to vary among different taxa. Some groups of species may be widely distributed along an altitudinal gradient, while others might specialize in particular extremes of the climate continuum associated with changes in altitude (Boulter *et al.*, 2011). The decline of grasshopper diversity and in species richness with increasing altitude is consistent with previous findings, indicating that the diversity of many taxa decreases with colder temperatures (Currie, 1991; Kennedy, 1994). Several authors observed that specific richness decreases with altitude: (Wolda, 1987) in Panama, (Wettstein & Schmid, 1999) in the Swiss Mountains, (Grytnes & Vetaas, 2002) in Nepal, (Benjelloun *et al.*, 2014) in Morocco. Sun *et al.* (2015) also noted that species richness is important at low altitudes which offer wide range of habitats where many species can coexist at the same time, compared to high altitude. Although the variation is extremely low, our results are consistent with those of Boitier (2005) in France where specific richness is maximum in medium altitude. Leksono *et al.*, 2017 noted that altitude has a significant effect on the Odonata abundance ($p < 0.05$) but that has no significant effect for species richness and diversity. Moreover, the diversity is conditioned by the stability of the environment and climatic factors. Dajoz (1971) reported that when the conditions of life of the community are favorable, there are many species represented by a low number of individuals; the diversity index is then high. In contrast, when the conditions of life of the community are unfavorable, there is a little number of species which are represented by a many individuals; the diversity index is then low. When values of diversity index are low (less than 1.5 bits) the community dominated by one or a few species (Faurie *et al.*, 2008), high values of this index indicate balanced species distribution (Frontier, 1982).

The broken stick model observed in low and high altitude is one of models of one-dimensional resources partitioning, each species that entered the assemblage took a random fraction of the resources of the previous invaders (Tokeshi, 1990), it corresponds to ecosystems where different species colonize and partition a single resource simultaneously and randomly (Frontier *et al.*, 2008).

The Geometric model observed in site 2 characterize ecosystems exposed to anthropic perturbations (Hughes, 1986), this model assumes that species arrived at regular time intervals and sequestered a constant fraction of the remaining resources.

This model also explain that medium altitude community is controlled by a constrain environmental factor. Our results are not in accordance with that of Kekeunou *et al.* (2017) who reported that the grasshopper community fitted a lognormal model. The observed differences could be justified by differences in grasshopper community composition of Algeria and that of Cameroon.

The species of first group are hygrophilous and phytophilous. Their presence in the site with humid climate can be explained because of its proximity to the sea. Indeed, *Paratettix meridionalis* was associated to the wetlands in France including the edges of the plans of water (Duhaze & Bonifait, 2014). In addition, *Eyprepocnemis plorans* is hygro-mesophilyous whereas *Heteracris annulosa* is meso-xerophilous, phytophilous and lives near valleys (Lecoq, 1989).

The species of the second group seem to possess a wide ecological valence and can colonize several biotopes. The site of medium altitude is distinguished by an appreciable wealth which can be explained by its

intermediate situation between the sites of high and low altitude, which makes it a transition zone where are gathered the ecological factors favorable to more grasshoppers species. For example, *Locusta migratoria* is meso-hygrophilous, gramincolous and lays in the soils of moistened shortfalls areas and perch on the stems of *Zea mays* L. (Popov *et al.*, 1990).

Acrotylus patruelis is typically a Mediterranean pioneer species (Sardet *et al.*, 2005); it prefers sandy habitat (Bellmann & Luquet, 1995) and she also lives in xerothermic biotopes such as sand dunes, lawns grazed, rockeries, beaches and coastal dunes and can fit up to an altitude of 1040 m (Braud *et al.*, 2002). Voisin (1986) suggests that locusts have various ecological preferences; some species preferred an extended ecological habitat where they can adapt to changes of ecological factors; whereas others present a narrow ecological habitat and a low capacity for adaptation to changes in environmental factors, these species are restricted to a specific habitat.

In the third group *Ocneridia volxemii* lives on the high plateaus (Chopard, 1943); its association with *O. nigropunctata* is due to the presence of wheat fields where it swarms most of time and causes important damage to cereals.

It is known that the temperature decreases from the level of the sea to an elevation of 3000 m of 18°C, which corresponds to a decrease of 0.6°C to each 100 m of altitude (McCain & Grytnes, 2010). This causes a loss due to the decrease in the temperature of as much more that one knows that many of locusts in Algeria are mesophilous and xerophilous.

Insect diversity increase with high temperatures (Daniel & Meyers, 1995; Mekkioui & Mesli, 2010) and plant richness (Bonnet *et al.*, 1997; Mariottini *et al.* 2013). Prendini *et al.* (1996) noted that grasshopper abundance was lower in the mowed area than in either the lightly grazed or the heavily grazed areas, but similar in the lightly grazed and heavily grazed areas. The heavily grazed area was a favorable habitat by comparison, owing to high greenness of grass and high frequency of forbs, but the lightly grazed area, with tall vegetation and high aerial cover, was also favorable, though for a different assemblage of species.

Our results are in concordance with those of Gardiner (2010) who signaled that orthopteroid abundance and species richness was significantly correlated with the number of woody plants in the hedgerows that provide shelter for those insects. It is known that vegetation serves not only as a food but also as a shelter and plays a major role in the dynamics of those insects. In contrast, Sirin *et al.* (2010) suggested that there is no correlation between grasshopper diversity and plant diversity and noted that the site with the highest number of grasshopper species was the poorest site in plant diversity while the site with the maximal grasshopper abundance was ranked as the third poorest in plant diversity.

Locusts find shelter, perch and food in vegetation. Three factors of differentiation intervene in the perception of the vegetal carpet: its floristic composition, its structure (lawn, meadow, savannah, steppe, and forest) and its phenological state (germination, leafing, and flowering). The vegetation offers living conditions that are different from the surrounding environment; the ascidians usually finds a different temperature and relative humidity, alternate shadows of sun and shade, shelter from the wind or rain. The roosting role is more or less important for the species depending on whether they prefer to be on the soil (geophilic) or in vegetation (phytophilous), on low plants or in trees. In all cases, locusts perch for all molts, except the first that takes place on the soil. The quantity and quality of the food influences the characteristics of locust populations as the birth rate, mortality and dispersion (Duranton *et al.*, 1982). Grasshoppers are exclusively phytophagous (Boue & Chanton, 1971), consume especially Graminae (Barataud, 2003) and the ecological adaptations of those insects depend mainly of the plant environment (Le Gall & Gillon, 1989). Grasshoppers show much species-specific variation in food plant use which ranges from specialists to generalists. Despite of the large ranges of plants, those insects are selective (Uvarov, 1977) and exhibit varying degrees of plant selectivity (Joern, 1979). In our study, some species feed on only one or few plant species while other species feed on

a wide variety of plant species. *Hordeum murinum* L. and *Inula viscosa* L. are abundant in medium altitude site, which can partly explain the presence of several grasshopper species in this site. *Aiolopus strepens* and *Calliptamus barbarus* are polyphagous but prefers *Hordeum murinum* for the first species (Benkenana, 2012; Medane, 2013) and *Inula viscosa* for the second species (Hassani, 2010). *L. migratoria* is observed on *Zea mays* L., which is also present at medium altitude. Allal-Benfekih (2006) signaled that this grasshopper consumes exclusively Gramineae. *Ochrilidia filicornis* finds refuge between the strands of *Ampelodesmos mauretanicus*, and *Heteracris annulosus* on *Dittrichia viscosa*. Other species prefers more than one plant species as *Eyprepocnemis plorans* which finds refuge in the stems of *Nerium oleander* and *Juncus effuses*.

Conclusion

The general intent of this study was to determinate if grasshopper diversity change with altitude. In our small scale (Jijel district, Northern East of Algeria) we confirmed negative correlation diversity and increasing altitude, but further research is needed to provide concrete evidence that grasshopper diversity is important in mid-elevations and the mechanism causing variation of grasshopper in this region. Our results can be considered as a database for comparisons of grasshopper diversity at local than national level and could be used as a first step in analyzing the potential use of those insects as bioindicators. In order to better understand, future studies of various grasshopper communities in Algeria should focus on the patterns of certain species and their relationship to environmental variations, as well as the interaction between ecosystem components and grasshopper species. Environmental influences on biodiversity are of great importance for the implementation of effective conservation management, especially under the effects of rapid climate change.

References

- Allal-Benfekih, L. (2006). Recherches quantitatives sur le criquet migrateur *Locusta migratoria* (Orthoptera: Oedipodinae) dans le Sahara Algérien. Perspectives de lutte biologique à l'aide de microorganismes pathogènes et de peptides synthétiques. PhD thesis, Limoges university, France.
- Anatonatos, S., Emmanouel, N., Fantinou, A., Tsagkaraki, A., Anagnostopoulos, A., & Ntampakis, D. (2006). Seasonal population fluctuation and spatial distribution of Orthoptera in two grassland areas of Attica-Greece. *Journal of Natural History*, 48(11-12), 661-674.
- Barataud, J. (2003). Orthoptères et milieux littoraux-influence de la gestion des habitats herbacés sur les ressources trophiques et enjeux pour la diversité. BTS Gestion des espaces naturels, session 2003-2005.
- Bellatreche, M. (1999). Diversité biologique et conservation de l'avifaune forestière et nicheuse de la Kabylie des Babors (Algérie). *Nature et faune-Wild life and nature*, 15(1), 37-42.
- Bellmann, H., & Luquet, G. (1995). *Guide des sauterelles, grillons et criquets d'Europe occidentale*. edition Delachaux et Niestle, Lausanne, Switzerland. 383 pp.
- Benjelloun, M., El-Ghadraoui, L., Essakhi, D., Al-Figuigui, J., & Errabhi, N. (2014). Contribution à l'étude de la diversité des Orthoptères acridiens dans le moyen-atlas (Maroc). AFPP-Dixième conférence sur les ravageurs en Agriculture, Montpellier-22 et 23 octobre 2014.
- Benkennana, N. (2012). Inventaire et analyse biosystematique de la famille des Pamphagidae (Orthoptera: Caelifera) de l'Est Algérien. PhD thesis, Constantine University, Algeria.
- Benzara, A. (2004). Polymorphisme géographique de l'espèce *Calliptamus barbarus* (Costa, 1836) en Algérie. PhD Thesis, National Institute of Agronomy, El-Harrach, Algiers, Algeria.

- Blondel, J. (1979). *Biogéographie et écologie*. Edition Masson, Paris, France.
- Boitier, E. (2005). Les effets de l'altitude nonobstant une puissance altitudinale réduits. *Resultats Ecologiques*, 5, 531-45.
- Bonnet, E., Vilks, A., Lenain, J. F., & Petit, D. (1997). Analyse temporelle et structurale de la relation orthoptères-vegetation. *Ecologie*, 28(3), 209-216.
- Boue, H., & Chanton, R. (1971). *Zoologie I, Invertébrés*. Edition Doin, France. 743 pp.
- Bougaham, A. F., & Moulai, R. (2014). Analyse écologique et aspects patrimoniaux des oiseaux nicheurs de la région des Babors occidentales (Bejaia, Algérie). *Alauda*, 82(2), 125-134.
- Bougaham, A. F., Belkacem, R., Ait-Habib, S., Boudjemaa, L., Moulai, R., O'Hlloran, J. (2019). Trophic ecology of Dippers (*Cinclus cinclus*) in the Babors mountains, North-East Algeria. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 144(1), 41-50.
- Boulter, S. L., Lambkin, C. L., Starick, N. T. (2011). Assessing the abundance of seven major arthropod groups along an altitudinal gradient and across seasons in subtropical rainforest. *Memoirs of the Queensland Museum - Nature*, 55(2), 303-313.
- Bounar, R. (2014). Etude des potentialités biologiques, cartographie et aménagement de la chaîne des Babors dans la démarche du développement durable. PhD Thesis, Setif University, Algeria.
- Bounechada, M., Doumandji, S. E., & Ciplak, B. (2006). Bioecology of the Orthoptera species of the Setifian plateau, North-East Algeria. *Turkish Journal of Zoology*, 30, 245-253.
- Braud, Y., Sardet, E., & Morin, D. (2002). Actualisation du catalogue des Orthoptères de l'île de Corse (France). *Materiaux Entomocénologiques*, 7, 7-22.
- Chara, B. (1987). Etude comparée de la biologie et de l'écologie de *Calliptamus barbarus* (Costa, 1836) (Orthoptera: Acrididae). PhD Thesis, Marseille university, France.
- Chopard, L. (1943). *Orthopteroides de l'Afrique du Nord*. Edition Larose, Paris, France. 450 pp.
- Cigliano, M. M., Pocco, M. E., & Lange, C. E. (2011). Grasshoppers of the Andes: new Melanoplineae and Gomphocerinae taxa (insecta, Orthoptera, Acrididae) from Huascarán National Park and Callejon de Huaylas, Ancash, Peru. *Zoosystema*, 33(4), 523-544.
- Cigliano, M. M., Braun, H., Eades, D. C., & Otte, D. (2020). Orthoptera Species File. Version 5.0/5.0. Available from: <http://Orthoptera.SpeciesFile.org> (accessed 29 July 2020).
- Currie, D. J. (1991). Energy and large-scale patterns of animal and plant species richness. *American Naturalist*, 137, 27-49.
- Dajoz, R. (1971). *Précis d'écologie*. Edition Dunod, Paris, France. 445 pp.
- Daniel, C., & Meyers, J. H. (1995). Climate and outbreaks of the forest tent caterpillar. *Echography*, 18, 353-362.
- Doumandji, S. E., Doumandji-Mitiche, B., & Briki, Y., (1992). Bioécologie des Orthoptères dans trois types de stations dans la région de Dellys (Algérie). *Medical Faculty Landbouw University Gent*. 57(3a), 667-673.
- Doumandji, S. E., Doumandji-Mitiche, B., Khoudour, A., & Benzara, A. (1993). Pullulations de sauterelles et de sauteriaux dans la région de Bordj-Bouarrerdj (Algérie). *Medical Faculty Landbouw University Gent*. 58(24), 329-336.
- Doumandji, B., Doumandji, S.E., Benzara, A., & Gueciouer, L. (1991). Comparaison écologique entre plusieurs peuplements d'Orthoptères de la région de Lakharia (Algérie). *Medical Faculty Landbouw University Gent*. 56(2b), 1075-1085.
- Doumandji, S. E., & Doumandji-Mitiche, B. (1994). *Criquets et sauterelles (Acridologie)*. Edition OPU, Algiers, Algeria. 99 pp.
- Duhaze, B., & Bonifait, S. (2014). Contribution à la connaissance des Orthoptères d'Aquitaine: nouvelles données et considérations écologiques (Ensifera et Caelifera). *Materiaux Orthoptériques et Entomocénologiques*. 19, 81-97.
- Duranton, J. F., Launois, M., Launois-Luong, M. H., & Lecoq, M. (1982). *Manuel de prospection antiacridienne en zone tropicale sèche*. Edition Gerdat, Paris, France. 696 pp.

- Faurie, C., Ferra, C., Medor, P., Devaux, J., & Hemptinne, J. L. (2008). *Ecologie. Approche scientifique et pratique*. Edition Lavoisier, Paris, France.
- Frontier, S. (1982). *Stratégies d'échantillonnage en écologie*. Edition Masson et cie, Paris, France.
- Frontier, S., Pichod-Viale, D., Lepretre, A., Davoult, D. & Luczac, C. (2008). *Ecosystèmes. Structures, Fonctionnement, Evolution*. 4th Edition, Dunod, Paris, France. 558 pp.
- Gagne, W. C. (1979). Canopy-associated arthropods in *Acacia koa* and *Metrosideros* tree communities along an altitudinal transect on Hawaii island. *Pacific insects*, 21, 56-82.
- Gardiner, T. (2010). Hedgerow species richness influences the presence of Orthoptera and Dermaptera along green lanes in Essex, U.K. *Entomologists Gazette*, 61, 53-64.
- Gharzouli, R., & Djellouli, Y. (2005). Diversité floristique de la Kabylie des Babors (Algérie). *Sécheresse*, 16, 217-223.
- Grytnes, J. A., & Vetaas, O. R. (2002). Species richness and altitude: a comparison between null models and interpolated plant species richness along the Himalayan altitudinal gradient. *The American Naturalist*, 159(3), 294-304.
- Guido, M., & Gianelle, D. (2001). Distribution pattern of four Orthoptera species in relation to microhabitat heterogeneity in an ecotonal area. *Acta Oecologica*, 22, 175-185.
- Hamadi, K., & Doumandji-Mitiche, B. (2014). Diversity and ecology of Orthoptera of some agricultural areas in Northern Algeria. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 3(1), 176-180.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D (2001). Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontologica Electronica*, 4, 1-9.
- Hassani, F., Mesli, L., & Ferouani, T. (2010). Bioecology of the Caelifera (Orthoptera) in the area of Maghnia, Tlemcen, Algeria. *Biosciences, biotechnologies and research Asia*, 7(1), 45-51.
- Hughes, R. G. (1986). Theories and models on species abundance. *The American Naturalist*, 128(6), 879-899.
- Joern, A. (1979). Feeding patterns in grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) factors influencing diet specialization. *Oecologia*, 38, 325-347.
- Kekeunou, S., Membou, D. T., Tamesse, J. L., & Oumarou, C. N. (2017). Acrididea diversity in degraded areas of higher mountains in West Cameroon. *African Entomology*, 25(1), 239-243.
- Kennedy, A. D. (1994). Simulated climate change: a field manipulation study of microarthropod community response to global warming. *Echography*, 17;131-140.
- Lecoq, M. (1989). *Vade mecum des criquets du sahel*. Edition CIRAD, PRIFAS, Montpellier, France.
- Legall, P., & Gillon, Y. (1989). Partage des ressources et spécialisation trophique chez les acridiens (Insecta: Orthoptera: Acridomorpha) non-graminivores dans une savane préforestière (Lamto, Côte d'Ivoire). *Acta Oecologica/Oecologica Generalis*, 10(1), 51-74.
- Louveaux, A., & Benhalima, T. (1987). Catalogue des Orthoptères Acridoidea d'Afrique du nord-ouest. *Bulletin de la Société Entomologique de France*, 91(3-4), 73-86.
- Louveaux, A., Amedegnato, C., Poulain, S. & Desutter-Grandcolas, L. (2020). Orthoptères Acridomorpha de l'Afrique du Nord-Ouest. Version 2.1. Available from: <http://acrinwafrica.mnhn.fr> (accessed 29 July 2020).
- Leksono, A. S., Feriwibisono, B., Arifianto, T & Pratama, F. (2017). The abundance and diversity of Odonata along an altitudinal gradient in East Java, Indonesia. *Entomological Research*, 47(4), 248-255.
- Mariottini, Y., Dewysiecki, M. L., & Lange, C. E. (2013). Diversity and distribution of grasshoppers (Orthoptera: Acridoidea) in grasslands of the Southern Pampas region, Argentina. *Biologie Tropicale*, 61(1), 111-124.
- McCain, C. M., & Grytnes, J. A. (2010). Elevational gradients in species richness. *Encyclopedia of life sciences*, 1-10.
- McCoy, E. D. (1990). The distribution of insects along elevations gradients. *Oikos*, 58: 313-332. Medane, A. (2013). Etude bioécologique et régime alimentaire des principales espèces d'Orthoptères dans la région d'Ouled-Mimoun (Wilaya de Tlemcen). PhD Thesis, Tlemcen University, Algeria.

- Meddour, R. (2010). Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie, exemples des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie Djurdjurienne. PhD Thesis, Tizi-Ouzou University, Algeria.
- Mekkioui, A., & Mesli, L. (2010). Etude préliminaire des Orthoptères Caelifères de deux stations dans la région de Hafir (monts de Tlemcen, Ouest Algérie). *Materiaux Orthoptériques et Entomocénétiques*, 14, 53-60.
- Mesli, L. (2007). Cointervention à l'étude bioécologique et régime alimentaire des principales espèces d'Orthoptères dans la wilaya de Tlemcen. PhD Thesis, Tlemcen University, Algeria.
- Mestre, J. (1988). *Les acridiens des formations herbeuses d'Afrique de l'Ouest*. Edition CIRAD, PRIFAS, Montpellier, France.
- Moussi, A. (2012). Analyse systématique et étude bioécologique de la faune des acridiens (Orthoptera: Acridomorpha) de la région de Biskra. PhD Thesis, Biskra University, Algeria.
- O. N. M. (Office National de la Météorologie). (2016). document of National Office of Meteorology, Jijel, Algeria, 6p.
- Ould-El-Hadj, M. D. (2004). Le problème acridien au Sahara Algérien. PhD Thesis, National Institute of Agronomy, El-Harrach, Algiers, Algeria.
- Prendini, L., Theron, L. J., Vandermerwe, K., & Owen-Smith, N. (1996). Abundance and guild structure of grasshoppers (Orthoptera: Acridoidea) in communally grazed and protected savanna. *South African Journal of Zoology*, 31(3), 120-130.
- Popov, G., Launois-Luong, M. H., & Vanderweel, J. (1990). *Les oothèques du criquets du sahel*. Edition CIRAD, PRIFAS, Montpellier, France.
- Price, P. W., Fernandes, G. W., Lara, A. C. F., Branwn, J., Gerlinch, D., Barrios, H., Wright, M., Ribeiro, S. P., Rothcliff, N. (1998). Global patterns in local number of insects galling species. *Journal of biogeography*, 25, 581-591.
- Ramade, F. (1984). *Eléments d'écologie- Ecologie fondamentale*. Edition McGraw-Hill, Paris, France, 397 pp.
- Rouibah, M. (2017). Bioécologie des Orthoptères dans la région de Jijel: cas particulier de *Calliptamus barbarus* (Orthoptera: Calliptaminae): morphométrie, régime alimentaire, acridofaune et identification moléculaire. PhD thesis, High School Of Agronomy, El-Harrach, Algiers, Algeria.
- Sardet, E., Perru, S., Conelli, A & Rosetti, C. (2005). *Acrotylus patruelis* (Herrich-Schaffer, 1838) (Orthoptera: Acridoidea), nouvelle espèce pour la Suisse. *Bulletin de la Société Entomologique Suisse*, 78(3-4), 399-407.
- Seino, R., Dongmo, T. I., Ghogomu, R., Kekeunou, S., Chiffon, R., & Manjeli, Y. (2013). An inventory of short horn grasshoppers in the Menoua Division, West region of Cameroon. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 4(3), 291-299.
- Sibachir, A., Hafner, H., Tourenq, J. N., Doumandji, S. E., & Lek, S. (2001). Diet of the adult cattle egrets (*Bubulcus ibis* L.) in a new North-African colony (Petite Kabylie, Algérie): taxonomic composition variability. *Ardeola*, 217-223.
- Sirin, D., Eren, O., & Ciplak, B. (2010). Grasshopper diversity and abundance in relation to elevation and vegetation across a snapshot in Mediterranean Anatolia: role of latitudinal position and altitudinal differences. *Journal of Natural History*, 44(21-22), 1343-1363.
- Sofrane, Z. (2016). Biodiversité de l'Orthoptérofaune (criquet et sauterelles) de la région de Setif et étude de quelques aspects chimiques et génétiques. PhD Thesis, Setif University, Algeria.
- Southwood, T. R. E., Brown, V. K., & Reader, P. M. (1979). The relationships of plant and insect diversities in succession. *Biological Journal of the Linnean Society*, 12, 324-348.
- Sun, T., Liu, Z. Y., Qin, L. P., & Long, R. J. (2015). Grasshopper (Orthoptera: Acrididae) community composition in the rangeland of the Northern slopes of the Qilian mountains in Northwestern China. *Journal of Insect Science*, 15(1), 1-7.
- Thibaut, T. (2002). Biostatistiques. Edition Université Nice, France.
- Thomas, J. A. (2005). Monitoring change in the abundance and distribution of insect using butterflies and other indicator groups. *Philosophical Transaction of the Royal Society*, B. 360, 339-357.

- Tekouk, F. (2012). Ecological study of four populations acridians (Insecta- Orthoptera) area of El-aouana (Jijel-Algeria). *Agriculture and Biology Journal of North America*, 3(2), 57-68
- Tokeshi, M. (1990). Niche apportionment or random assortment: species abundance patterns revisited. *Journal of Animal Ecology*, 59(3), 1129-1146.
- Uvarov, B. (1977). *Grasshoppers and locusts: a handbook of general acridology*. vol. 2, Center of overseas pest research, London, UK. 613 pp.
- Voisin, J. F. (1986). Une méthode simple pour caractériser l'abondance des Orthoptères en milieu ouvert. *L'entomologiste*, 42(2), 113-119.
- Whittaker, R. J., Willis, K. J., & Field, R. (2001). Scale and species richness: towards a general hierarchical theory of species diversity. *Journal of Biogeography*, 28, 453-470.
- Wettstein, W., & Schmid, B. (1999). Conservation of Arthropod diversity in montane wetlands: effect of altitude, habitat quality and habitat fragmentation on butterflies and grasshoppers. *Journal of Applied Ecology*, 36, 363-373.
- Whitman, D. W. (1987). Thermoregulation and daily activity patterns in a black desert grasshopper *Taenipodia eques*. *Animal behaviour*, 35, 1814-1829.
- Wolda, H. (1987). Altitude, habitat and insect diversity. *Biological Journal of the Linnean Society*, 30(4), 313-323.
- Zaïme, A., & Gautier, J. Y. (1989). Comparaison des régimes alimentaires de trois espèces sympatriques de Gerbillidae en milieu saharien au Maroc. *Revue Ecologie (Terre et vie)*, 44(263-278).

АБУНДАНТНОСТ И ДИВЕРЗИТЕТ СКАКАВАЦА (ORTHOPTERA: CAELIFERA) ПРЕМА ВИСИНСКОМ ГРАДИЈЕНТУ У ЈИЈЕЛ ДИСТРИКТУ, АЛЖИР

АМАР АЗИЛ и АБДЕЛМАДЖИД БЕНЗЕХРА

Извод

Диверзитет скакаваца (Orthoptera: Caelifera) проучавана је на три локалитета на различитој надморској висини у округу Јијел (североисточни Алжир). Инсекти су узорковани мрежом недељно од априла до августа 2016. Од 712 јединки је идентификовано 30 врста скакаваца сврстане у 4 фамилије и 11 подфамилија. Врсте фамилије Acrididae (25) биле су најчешће. Богатство врста било је веће на средњој надморској висини (23 врсте) и великој надморској висини (22 врсте) него на малој надморској висини (18 врста). Расподела врста се уклапа у модел „сломљеног штапа“ на малој и великој надморској висини, док је геометријски или Мотумура модел уклапа на средњу надморску висину. Абундантност скакаваца се повећавала са надморском висином, док диверзитет није био у корелацији са повећањем надморске висине јер су вредности индекса диверзитета биле високе на средњој надморској висини.

Received: May 16th, 2020
Accepted: August 19th, 2020

ANNEXES

Tableau 1. Températures mensuelles maximales, minimales et moyennes dans les trois stations de la zone Ouest de la Kabylie des Babors de 2004 à 2014 (O.N.M, 2015).

Mois	Amridj			Afra			Senadla		
	Maximum	Minimum	M+m/2	Maximum	Minimum	M+m/2	Maximum	Minimum	M+m/2
Janvier	14,3	7,5	10,9	13,9	3,8	8,9	13,9	3,8	8,9
Février	18,7	7,9	13,3	16	3,3	9,6	16	3,3	9,6
Mars	16,8	8,2	12,5	19	5,7	12,1	19	5,7	12,1
Avril	21,9	11,9	16,9	20,8	7,7	14,2	20,8	7,7	14,2
Mai	22,4	12,6	17,5	25,3	10,9	18,1	25,3	10,9	18,1
Juin	26,5	17,3	21,9	29,1	14,9	22	29,1	14,9	22
Juillet	28,1	19,0	23,5	33,4	17,1	25,2	33,4	17,1	25,2
Août	29,7	21,2	25,4	33,6	17,7	25,6	33,6	17,7	25,6
Septembre	30,1	20,6	25,3	29,3	15,2	22,2	29,3	15,2	22,2
Octobre	26,4	16,6	21,5	25,8	11,2	18,5	25,8	11,2	18,5
Novembre	23,0	13,4	18,2	18,6	7,1	12,6	18,6	7,1	12,6
Décembre	17,0	8,7	12,8	14,5	3,9	9,2	14,5	3,9	9,2

Tableau 2. Relevés pluviométriques dans les trois stations de la zone Ouest de la Kabylie des Babors de 2004 à 2014 (O.N.M, 2015).

Mois	Amridj	Afra	Senadla
Janvier	115,3	142,8	149,4
Février	87,3	108,1	113,1
Mars	85,2	105,5	110,4
Avril	72,7	90,1	94,2
Mai	43,3	53,6	56,1
Juin	11,8	14,6	15,3
Juillet	7,9	9,8	9,8
Août	11,5	14,3	14,9
Septembre	54,2	65,9	68,9
Octobre	71,1	88,1	92,2
Novembre	112,4	139,2	145,6
Décembre	136,0	168,4	176,2
Total	808,7	1010	1054

Tableau 3. Températures mensuelles maximales, minimales et moyennes dans les trois stations de la zone Sud de la Kabylie des Babors de 2004 à 2014 (O.N.M, 2015).

Mois	Oued-Bared			Amoucha			Ain-Roua		
	Maximum	Minimum	M+m/2	Maximum	Minimum	M+m/2	Maximum	Minimum	M+m/2
Janvier	13,9	3,8	8,9	12,2	2,8	7,5	9,1	1,3	5,2
Février	16	3,3	9,6	14,3	2,3	8,3	10,5	1,8	6,1
Mars	19	5,7	12,1	17,3	4,7	11,0	13,3	3,8	8,5
Avril	20,8	7,7	14,2	19,1	6,7	12,9	16,8	5,7	11,2
Mai	25,3	10,9	18,1	23,6	9,9	16,7	20,7	9,1	14,9
Juin	29,1	14,9	22,0	27,4	13,9	20,6	25,6	13,2	19,4
Juillet	33,4	17,1	25,2	31,7	16,1	23,9	29,8	15,9	22,8
Août	33,6	17,7	25,6	31,9	16,7	24,3	29,6	16,2	22,9
Septembre	29,3	15,2	22,2	27,6	14,2	20,9	25,8	14,0	19,9
Octobre	25,8	11,2	18,5	24,1	10,2	17,1	19,7	9,7	14,7
Novembre	18,6	7,1	12,6	16,9	6,1	11,5	13,9	5,4	9,6
Décembre	14,5	3,9	9,2	12,8	2,9	7,8	10,1	2,0	6,0

Tableau 4. Relevés pluviométriques des trois stations de la zone Sud de la Kabylie des Babors de 2004 à 2014 (O.N.M, 2015).

Mois	Oued-Bared	Amoucha	Ain-Roua
Janvier	83,2	84,1	87
Février	70,3	80,5	58
Mars	57,9	69,6	58
Avril	52,1	56,1	50
Mai	35,6	39,2	51
Juin	13,5	11,3	23
Juillet	4,2	4,6	8
Août	7,5	7,3	12
Septembre	42,3	31,9	39
Octobre	47,9	42,5	48
Novembre	56,1	48,3	70
Décembre	102,9	100,1	78
Total	573,5	575,5	582

Tableau 5. Températures mensuelles maximales, minimales et moyennes dans les trois stations de la zone Est de la Kabylie des Babors de 2004 à 2014 (O.N.M, 2015).

Mois	Sidi-Abdelaziz			Sidi-Marouf			El-Milia		
	Maximum	Minimum	M+m/2	Maximum	Minimum	M+m/2	Maximum	Minimum	M+m/2
Janvier	16,6	7	11,8	13,6	5,3	9,4	15,2	6,2	10,7
Février	16,5	6,6	11,6	13,5	4,9	9,2	15,1	5,8	10,4
Mars	18,7	8,4	13,6	15,7	6,7	11,2	17,3	7,6	12,4
Avril	20,8	10,4	15,6	17,8	8,7	13,2	19,4	9,6	14,5
Mai	23,8	13,5	18,7	20,8	11,8	16,3	22,4	12,7	17,5
Juin	27,9	17	22,5	24,9	15,3	20,1	26,5	16,2	21,3
Juillet	30,6	19,7	25,2	27,6	18,0	22,8	29,2	18,9	24,0
Août	31,5	20,5	26	28,5	18,8	23,6	30,1	19,7	24,9
Septembre	28,6	18,5	23,6	25,6	21,9	23,7	27,2	17,7	22,4
Octobre	25,9	15,4	20,7	22,9	19,0	20,9	24,5	14,6	19,5
Novembre	20,8	11,2	16	17,8	14,3	16,0	19,4	10,4	14,9
Décembre	17,6	8,2	12,9	14,6	11,2	12,9	16,2	7,8	12,0

Tableau 6. Relevés pluviométriques dans les trois stations de la zone Est de la Kabylie des Babors de 2004 à 2014 (O.N.M, 2015).

Mois	Sidi-Abdelaziz	Sidi-Marouf	El-Milia
Janvier	137	158,9	146,5
Février	123	142,6	131,6
Mars	86	99,7	92,0
Avril	78	90,4	83,4
Mai	51	9,1	54,7
Juin	15	17,4	16,0
Juillet	3	3,4	3,2
Août	19	22,0	20,3
Septembre	66	76,5	70,6
Octobre	92	106,7	98,4
Novembre	172	199,5	184,0
Décembre	173	200,6	185,1
Total	1015	1126,8	1085,8

Tableau 7. Températures mensuelles maximales, minimales et moyennes dans les trois stations de la région de Jijel de 1985 à 2013 (O.N.M, 2015).

Mois	Kaous			Djimla			Ferdjioua		
	Maximum	Minimum	M+m/2	Maximum	Minimum	M+m/2	Maximum	Minimum	M+m/2
Janvier	16.2	6.7	11.5	12	4.3	8.15	13,6	5,3	9,4
Février	16.3	6.6	11.7	12.1	4.2	8.15	13,5	4,9	9,2
Mars	18.2	8.3	13.6	14	5.9	9.95	15,7	6,7	11,2
Avril	20.1	9.8	15.4	15.9	7.4	11.65	17,8	8,7	13,2
Mai	26.3	13.1	18.7	22.1	10.7	16.4	20,8	11,8	16,3
Juin	27.4	16.5	22.4	23.2	14.1	18.65	24,9	15,3	20,1
Juillet	30.2	19.9	25.2	26	17.5	21.75	27,6	18,0	22,8
Août	31.4	20.3	26.1	27.2	17.9	22.55	28,5	18,8	23,6
Septembre	28.5	18.7	23.7	24.3	16.3	20.3	25,6	21,9	23,7
Octobre	25.5	15.2	20.4	21.3	12.8	17.05	22,9	19,0	20,9
Novembre	20.5	10.9	15.8	16.3	8.5	12.4	17,8	14,3	16,0
Décembre	17.5	8.1	12.7	13.3	5.7	9.5	14,6	11,2	12,9

Tableau 8. Relevés pluviométriques dans les trois stations de la région de Jijel de 1985 à 2013 (O.N.M, 2015).

Mois / Station	Kaous	Djimla	Ferdjioua
Janvier	134.3	149,4	158,9
Février	120.9	113,1	142,6
Mars	85.3	110,4	99,7
Avril	85.2	94,2	90,4
Mai	52.1	56,1	9,1
Juin	13.8	15,3	17,4
Juillet	3.6	9,8	3,4
Août	15.0	14,9	22,0
Septembre	67.5	68,9	76,5
Octobre	95.1	92,2	106,7
Novembre	147.0	145,6	199,5
Décembre	182.7	176,2	200,6
Total	1002.5	1054	1126,8

Tableau 9 - Espèces végétales de la station Amridj

Familles	Espèces
Astéracées	<i>Galactites tomentosa</i> <i>Carduus sp</i> <i>Scolymus hispanicus</i> <i>Pallenis spinosa</i> <i>Carthamus lanatus</i> <i>Hypochaeris achyrops</i> <i>Dittrichia viscosa</i>
Poacées	<i>Avena sterilis</i> <i>Hordeum murinum</i> <i>Phalaris bulbosa</i> <i>Lolium multiflorum</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Phalaris bulbosa</i> <i>Vulpia myuros</i> <i>Aegiolops vergata</i>
Plantaginaceae	<i>Plantago lagopus</i> <i>Plantago lanceolata</i>
Fabacées	<i>Hedysarium coronarium</i> <i>Medicago sativa</i> <i>Trifolium tomtntosum</i> <i>Scorpiurus vermiculatus</i> <i>Lotus corniculatus</i>
Polygonacées	<i>Rumex pulcher</i> <i>Ballota nigra</i>

Tableau 10 - Espèces végétales de la station Afra

Familles	Espèces
Astéracées	<i>Galactites elegans</i> <i>Galactites tomentosa</i> <i>Scolymus maculatus</i> <i>Carthamus lanatus</i> <i>Cirsium arvense</i> <i>Dittrichia viscosa</i> <i>Taraxacum officinale</i>
Poacées	<i>Knautia arvensis</i> <i>Bromus hordeaceus</i> <i>Avena nuda</i> <i>Hordeum murinum</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Lolium multiflorum</i> <i>Festuca ovina</i>
Apiacées	<i>Daucus carota</i>
Résédacées	<i>Reseda lutea</i>
Borraginacées	<i>Echium plantagineum</i>
Primulacées	<i>Anagallis arvensis</i>
Fabacées	<i>Trifolium campestre</i>
Brassicacées	<i>Sinapsis arvensis</i> <i>Raphanus raphnistrum</i>

Tableau 11 - Espèces végétales de la station Senadla

Familles	Espèces
Astéracées	<i>Galactites elegans</i> <i>Scolymus maculatus</i> <i>Carthamus lanatus</i> <i>Cirsium arvense</i>
Poacées	<i>Knautia arvensis</i> <i>Bromus hordeaceus</i> <i>Avena nuda</i> <i>Hordeum murinum</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Lolium multiflorum</i> <i>Festuca ovina</i>
Apiacées	<i>Daucus carota</i>
Résédacées	<i>Reseda lutea</i>
Borraginacées	<i>Echium plantagineum</i>
Primulacées	<i>Anagallis arvensis</i>
Fabacées	<i>Trifolium campestre</i>
Brassicacées	<i>Sinapsis arvensis</i> <i>Raphanus raphnistrum</i>

Tableau 12 - Espèces végétales de la station Oued-Bared

Familles	Espèces
Astéracées	<i>Calendula officinalis</i> <i>Echinops ritro</i> <i>Pallenis spinosa</i> <i>Dittrichia viscosa</i>
Poacées	<i>Lagurus ovatus</i> <i>Hordeum murinum</i> <i>Cynodon dactylon</i>
Apocynacées	<i>Nerium oleander</i>
Malvacées	<i>Malva silvestris</i>
Liliacées	<i>Asphodelus microcarpus</i>
Primulacées	<i>Anagallis foemina</i>
Solanacées	<i>Solanum nigrum</i>
Apiacées	<i>Thapsia garganica</i> <i>Daucus carota</i>

Tableau 13 - Espèces végétales de la station Amoucha

Familles	Espèces
Poacées	<i>Cynodon dactylon</i> <i>Bromus sterilis</i> <i>Hordeum murinum</i>
Astéracées	<i>Centaurea calcitropa</i> <i>Anacyclis clavatus</i> <i>Scolymus maculatus</i> <i>Carduus pycnocephalus</i>
	<i>Sinapis arvensis</i>
	<i>Papaver rhoas</i>
Apiacées	<i>Conium maculatum</i> <i>Daucus carota</i>
Convolvulacées	<i>Convolvulus arvensis</i>
Primulacées	<i>Anagallis arvensis</i>
Brassicacées	<i>Raphanus raphnistrum</i>
Caryophyllaceae	<i>Silene inflata</i>

Tableau 14 - Espèces végétales de la station Ain-Roua

Familles	Espèces
Poacées	<i>Cynodon dactylon</i> <i>Bromus hordeaceus</i> <i>Hordeum murinum</i>
Astéracées	<i>Centaurea jacea</i> <i>Anacyclis clavatus</i> <i>Scolymus maculatus</i> <i>Carduus tenuiflorus</i> <i>Senecio vulgaris</i>
Apiacées	<i>Conium maculatum</i> <i>Daucus carota</i>
Convolvulacées	<i>Convolvulus arvensis</i>
Primulacées	<i>Anagallis arvensis</i>
Brassicacées	<i>Raphanus raphnistrum</i>
Fabacées	<i>Trifolium repens</i>

Tableau 15 - Espèces végétales de la station Sidi-Abdelaziz

Familles	Espèces
Astéracées	<i>Dittrichia viscosa</i> <i>Anacyclus clavatus</i> <i>Taraxacum officinale</i> <i>Echinops ritro</i> <i>Pallenis spinosa</i> <i>Calendula officinalis</i> <i>Lagurus ovatus</i>
Poacées	<i>Cynodon dactylon</i> <i>Bromus hordeaceus</i> <i>Hordeum murinum</i>
Apiacées	<i>Daucus carota</i>
Apocynacées	<i>Nerium oleander</i>
Malvacées	<i>Malva silvestris</i> <i>Lavatera cretica</i>
Primulacées	<i>Anagallis foemina</i>
Juncacées	<i>Juncus effusus</i>
Lamiacées	<i>Mentha pulegium</i>
Boraginacées	<i>Echium plantagineum</i> <i>Borago officinalis</i>

Tableau 16 - Espèces végétales de la station Sidi-Marouf

Familles	Espèces
Astéracées	<i>Dittrichia viscosa</i> <i>Taraxacum officinale</i> <i>Echinops ritro</i> <i>Calendula officinalis</i> <i>Pallenis spinosa</i> <i>Sparteum junceum</i> <i>Hypochaeris maculata</i>
Poacées	<i>Lagurus ovatus</i>
Apocynacées	<i>Nerium oleander</i>
Ombellifères	<i>Thapsia garganica</i>
Malvacées	<i>Malva silvestris</i>
Primulacées	<i>Anagallis foemina</i>
Juncacées	<i>Juncus effusus</i>
Liliacées	<i>Aloe succotrina</i> <i>Asphodelus microcarpus</i>
Solanacées	<i>Solanum nigrum</i>

Tableau 17 - Espèces végétales de la station El-Milia

Familles	Espèces
Oléacées	<i>Olea europea</i>
Fagacées	<i>Quercus coccifera</i>
Anacardiacees	<i>Pistacia lentiscus</i>
Lamiacées	<i>Thymus vulgaris</i> <i>Rosmarinus officinalis</i>
Résédacées	<i>Reseda lutea</i>
Fabacées	<i>Cytisus scoparius</i>
Primulacées	<i>Anagallis foemina</i>
Liliacées	<i>Asphodelus microcarpus</i>
Cistacées	<i>Cistus montpeliensis</i>
Rosacées	<i>Rubus idaeus</i>
Poacées	<i>Ampelodesmos mauritanicus</i> <i>Lolium multiflorum</i>
Astéracées	<i>Chrysanthemum segetum</i> <i>Cichorium intybus</i> <i>Calicotome spinosa</i>
Géraniacées	<i>Geranium sylvaticum</i>

Tableau 18 - Espèces végétales de la station de Kaous basse altitude

Familles	Espèces
Poaceae	<i>Avena sterilis</i> <i>Ampelodesmos mauritanicus</i> <i>Phalaris bulbosa</i> <i>Lolium multiflorum</i> <i>Phalaris bulbosa</i> <i>Vulpia myuros</i> <i>Aegiolops vergata</i>
Fabaceae	<i>Hedysarium coronarium</i> <i>Medicago sativa</i> <i>Trifolium tomtentosum</i> <i>Scorpiurus vermiculatus</i>
Apocynacées	<i>Nerium oleander</i>
Juncacées	<i>Juncus effusus</i>
Asteraceae	<i>Galactites tomentosa</i> <i>Dittrichia viscosa</i> <i>Anacyclus clavatus</i> <i>Scolymus hispanicus</i> <i>Pallenis spinosa</i> <i>Carthamus lanatus</i> <i>Tolpis barbata</i>
Liliaceae	<i>Asphodelus ramosus</i>
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i>
Primulaceae	<i>Anagalis arvensis</i> <i>Anagalis foemina</i>
Apiacées	<i>Daucus carota</i>

Tableau 19 - Espèces végétales de la station de Djimla moyenne altitude

Familles	Espèces
Poaceae	<i>Vulpia myurois</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Hordeum murinum</i> <i>Lolium multiflorum</i> <i>Ampelodesmos mauritanicus</i> <i>Bromus molus</i> <i>Poa annua</i>
Fabaceae	<i>Medicago hispida</i> <i>Trifolium pratens</i> <i>Genista ulicina</i>
Asteraceae	<i>Calycotum spinosa</i> <i>Galactites tomentosa</i> <i>Chrysanthemum segetum</i> <i>Bellis annua</i> <i>Dittrichia viscosa</i> <i>Scolimus hispanicus</i>
Juncacées	<i>Juncus effusus</i>
Composae	<i>Crepis vesicaria</i> <i>Evax argenta</i> <i>Taraxacum officinale</i>
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i>
Primulaceae	<i>Anagalis arvensis</i> <i>Anagalis foemina</i>
Boraginaceae	<i>Echium plantagineum</i>

Tableau 20 - Espèces végétales de la station de Ferdjioua haute altitude

Familles	Espèces
Poacées	<i>Cynodon dactylon</i> <i>Triticum durum</i> <i>Bromus hordeaceus</i> <i>Hordeum murinum</i>
Astéracées	<i>Centaurea jacea</i> <i>Anacyclis clavatus</i> <i>Scolymus maculatus</i> <i>Carduus tenuiflorus</i> <i>Senecio vulgaris</i>
Apiacées	<i>Conium maculatum</i> <i>Daucus carota</i>
Convolvulacées	<i>Convolvulus arvensis</i>
Primulacées	<i>Anagallis arvensis</i>
Brassicacées	<i>Raphanus raphnistrum</i>
Fabacées	<i>Trifolium repens</i>

Résumé

Ecologie et systématique des Orthoptères Caelifères

Dans neuf stations à Kherrata, Setif et Jijel

Le recensement de la faune orthoptérique dans neuf stations à Kherrata, Setif et Jijel a montré la présence de 30 espèces appartenant à 11 sous-familles et ce sont les Oedipodinae et les Gomphocerinae qui prédominent. Les richesses totale et moyenne ainsi que la diversité sont faibles dans les milieux cultivés qui sont des milieux anthropisés, et importantes dans les milieux vallée et friche qui sont des milieux stables et moins perturbés par les activités humaines. Les valeurs de l'équitabilité sont supérieures à 0,5 et tendent vers 1 pour l'ensemble des stations d'étude, ceci traduit une distribution d'abondance équilibrée.

Calliptamus barbarus se distingue des autres espèces du fait qu'elle est constante dans toutes les stations d'étude, *Aiolopus strepens*, *Pezotettix giornae*, *Oedipoda fuscocincta* et *Oedipoda caerulescens sulfurescens* se distinguent aussi puisqu'elles sont constantes dans la majorité des stations.

L'étude de l'effet de l'altitude sur la diversité et l'abondance acridiennes montre que la richesse spécifique la plus élevée est enregistrée dans la station à moyenne altitude par rapport aux stations basse et haute altitude. La famille des Acrididae est de loin la plus fréquente et les sous-familles des Oedipodinae, Acridinae et Eyprepocnemidinae sont les plus abondantes.

L'AFC a permis de distinguer trois groupes d'acridiens selon l'altitude : un premier groupe des espèces propres au milieu à faible altitude, un deuxième groupe comprenant les espèces de moyenne altitude et un troisième groupe des espèces de haute altitude, les chiffres montrent que l'altitude n'a pas d'effet sur la richesse et la diversité orthoptérique puisque c'est le milieu à moyen altitude qui est le plus riche en espèces acridiennes.

Concernant les structures génitales, cette étude nous a permis de rajouter ces structures (plaques supra-anales, sous-génitales et l'épiphalle) comme clés d'identification qui sont d'une importance capitale puisqu'elles permettent d'identifier de manière sûre les différentes espèces Caelifères surtout celles qui se ressemblent morphologiquement. Nous avons dressé une liste comprenant un groupe d'espèces acridiennes identifiables à partir de la plaque supra-anales, un deuxième groupe identifiable à partir de la plaque sous-génitale et un troisième groupe à partir de l'épiphalle.

Mots clés : Caelifères, diversité, altitude, genitalia, Kabylie des Babors.

Abstract

Ecology and systematics of Caelifera in nine stations at Kherrata, Setif and Jijel

The census of the orthopterid fauna in nine stations at Kherrata, Setif and Jijel showed the presence of 30 species belonging to 11 sub-families and it is the Oedipodinae and the Gomphocerinae which predominate. The total and medium specific richness as well as the diversity are low in cultivated environments which are anthropized environments, and high in valley and wasteland environments which are stable environments and less disturbed by human activities. The equitability values are greater than 0.5 and tend towards 1 for all the study stations, this reflects a balanced abundance distribution. *Calliptamus barbarus* differs from other species in that it is constant in all study stations, *Aiolopus strepens*, *Pezotettix giornae*, *Oedipoda fuscocincta* and *Oedipoda caerulescens sulphurescens* are also distinguished since they are constant in the majority of stations. The study of the effect of altitude on grasshopper diversity and abundance shows that the highest specific richness was found at medium altitude compared to the low and high altitude stations. Acrididae are the most frequent and the subfamilies of Oedipodinae, Acridinae and Eyprepocnemidinae are the most abundant. The AFC made it possible to distinguish three groups of grasshopper according to the altitude: a first group of species specific to the low-altitude environment, a second group comprising the medium-altitude species and a third group of high-altitude species. Our results show that altitude has no effect on grasshopper richness and diversity since it is the medium altitude is the richest in grasshopper species richness. Regarding the genital structures, this study allowed us to add these structures (supra-anal, sub-genital plates and epiphallus) as identification keys which are of capital importance. We compiled a list consisting of a group of grasshopper species identifiable from the supra-anal plate, a second group identifiable from the subgenital plate and a third group from epiphallus.

Keywords: Caelifera, diversity, altitude, genitalia, Kabylie of Babors.

ملخص

ايكولوجيا و تصنيف الجراديات في تسع محطات في خراطة سطيف و جيجل

أظهر إحصاء الجراديات في تسع محطات بكل من خراطة سطيف و جيجل وجود 30 نوعا تنتمي إلى 11 فصيلة فرعية وهي فصيلة Oedipodinae و Gomphocerinae هي السائدة .

الثراء الكلي والمتوسط وكذلك التنوع كان منخفضاً في البيئات المزروعة وهي بيئات فيها النشاطات البشرية، ومرتفعاً في بيئات الوادي والأراضي القاحلة وهي بيئات مستقرة أقل اضطراباً بسبب الأنشطة البشرية. قيم الإنصاف أكبر من 0,5 وتتجه نحو 1 لجميع محطات الدراسة وهذا يعكس توزيعاً متوازناً للوفرة.

تميز *Calliptamus barbarus* عن الأنواع الأخرى لأنه ثابت في جميع محطات الدراسة، كما تبرز *Aiolopus strepens* و *Pezotettix giornae* و *Oedipoda fuscocincta* و *Oedipoda caerulescens sulfurescens* لأنها ثابتة في غالبية المحطات.

وتبين دراسة تأثير الارتفاع على تنوع الجراد ووفرتة أن أعلى ثراء بالأنواع يتم تسجيله في محطة الارتفاع المتوسط مقارنة بمحطات الارتفاع المنخفض والعالي. كما تعد فصيلة Acrididae هي الأكثر شيوعاً إلى حد بعيد، كما أن الفصائل الفرعية Oedipodinae و Acridinae و Eyprepocnemidinae هي الأكثر وفرة.

فيما يتعلق بالهياكل التناسلية، أتاحت لنا هذه الدراسة إضافة هذه الهياكل (فوق الشرج، والصفائح تحت التناسلية) كمفاتيح تعريف ذات أهمية كبيرة لأنها تجعل من الممكن التعرف بأمان على الأنواع المختلفة من الجراديات ، خاصة تلك التي تكون متشابهة من الناحية الشكلية .

قمنا بتجميع قائمة تتضمن مجموعة من أنواع الجراد التي يمكن التعرف عليها من الرقعة فوق الشرج، ومجموعة ثانية يمكن التعرف عليها من الرقعة تحت التناسلية، كما قمنا أيضاً بوضع قائمة بالأنواع التي يمكن التعرف عليها من Epiphallus.

الكلمات المفتاحية : التنوع ، الارتفاع ، الأعضاء التناسلية ، قبائل البابور، arefileaC.