

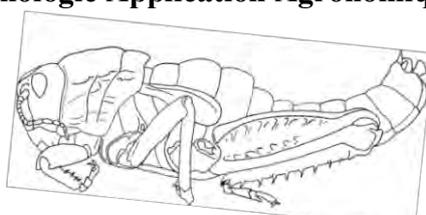
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Constantine 1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de biologie animale

N°d'ordre :.....

N° de série :.....

Thèse
Pour l'obtention du Diplôme de Doctorat en Biologie Animale
Option : Entomologie Application Agronomique et Médicale



Sujet :

**Inventaire et analyse bio systématique de la famille
des Pamphagidae (Orthoptera, Caelifera) de l'Est
algérien**

Présentée par : *BENKENANA Naima*

Devant le jury :

Président	Mr. HAMRA -KROUA.S.	Prof Université Constantine 1
Promoteur	Mr. HARRAT. A.	Prof Université Constantine 1
Examineurs	Mr. PETIT .D.	Prof Université de Limoges -France
	Mme ALLAL-BENFEKIH. L.	Prof Université de Blida
	Mr. BELHAMRA.M	Prof Université de Biskra

Année universitaire : 2012-



Liste des figures

Figure 1: Morphologie générale d'un <i>Pamphagus</i>	9
Figure 2: Le complexe phallique des Pamphagidae.	10
Figure 3: Répartition géographique des espèces de la famille des Pamphagidae	12
Figure 4 : La distribution des neuf stations d'étude.	17
Figure 5 : Méthode de transects pour estimer le taux de recouvrement de chaque plante.	23
Figure 6: Labre de l'espèce <i>Paracinipe saharae</i> femelle montrant la répartition des différents groupes des sensilles (A1, A2, A3 et A10). (Original).	26
Figure 7: Pourcentages des sous-familles recensées.	30
Figure 8 : Pourcentages des genres recensés.	30
Figure 9: <i>Tmethis cisti cisti</i> .	32
Figure 10: <i>Tmethis pulchripennis</i> .	33
Figure 11(a) : <i>Ocneridia volxemii</i> .	34
Figure 11(b) : <i>Ocneridia volxemii</i> .	35
Figure 12 : <i>Ocneridia microptera</i> .	36
Figure 13: <i>Ocneridia nigropunctata</i> .	37
Figure 14: <i>Pamphagus elephas</i> .	38
Figure 15 : <i>Pamphagus marmoratus</i> .	39
Figure 16 : <i>Pamphagus cristatus</i> .	41
Figure 17 : <i>Pamphagus djelfensis</i> .	42
Figure 18: <i>Pamphagus batenansis</i> .	43
Figure 19 : <i>Euryparyphes sitifensis</i> .	44
Figure 20: <i>Paraeuryparyphes quadridentatus</i> .	45
Figure 21 : <i>Paracinipe saharae</i> .	46
Figure 22 : <i>Paracinipe sulphuripes</i>	47
Figure 23: <i>Acinipe calabra</i> .	48

Figure 24 : Les organes génitaux du <i>Paracinipe</i> du groupe <i>saharae</i> et du complexes <i>Pamphagus djelfensis</i> .	49
Figure 25 : Analyse en composantes principales (ACP) pour les mesures morphométriques d' <i>O.volxemii</i> et <i>O.longicornis</i> .	50
Figure 26 : <i>Pamphagus batnensis</i> , holotype mâle, vue latérale.	53
Figure 27: Présentation hiérarchique du complexe <i>Pamphagus djelfensis</i> .	54
Figure 28: Analyse en composantes principales(ACP) du complexe <i>Pamphagus djelfensis</i> .	55
Figure 29(a) : Les cartes de répartition de chaque espèce.	57
Figure 29(b) : Les cartes de répartition de chaque espèce.	58
Figure 30(a) : Climagrammes des espèces.	63
Figure 30(b) : Climagrammes des espèces.	66
Figure 31(a) : Taux de recouvrement de chaque famille végétale dans les stations.	67
Figure 31(b): Taux de recouvrement de chaque famille végétale dans les stations d'étude.	68
Figure 31(c): Taux de recouvrement de chaque famille végétale dans les stations d'étude.	69
Figure 32 : Schémas des fragments végétaux dans les fèces.	70
Figure 33 : Projection des espèces et des variables sur le plan défini par les 2 premiers axes d'ACP.	74
Figure 34 : Classification hiérarchique avec la corrélation de Pearson comme mesure de la distance. L'échelle verticale correspond au coefficient de corrélation.	75
Figure 35(a) : Corrélation entre la largeur du labre et le nombre de sensilles.	78
Figure 35(b) : Corrélation entre la largeur du labre et le nombre de sensilles.	79
Figure 36 : Les variations des résidus des sensilles selon les 3 groupes du régime alimentaire définis à partir de l'analyse du cluster de la figure 34 (Analyse de la variance).	82
Figure 37 : Le nombre des sensilles chez les Pamphagidae et les Acrididae.	87

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Importance relative des Acridoidea d'Afrique du Nord.	7
Tableau 2 : Caractéristique des stations d'étude.	18
Tableau 3 : Classification et inventaire des espèces acridiennes de la famille des Pamphgidae.	29
Tableau 4 : <i>Morphométrie du complexe Pamphagus-djelfensis (mâles).</i>	52
Tableau 5 : Répartition des espèces de la famille des Pamphgidae dans les stations d'étude.	56
Tableau 6 : Distribution des espèces dans le centre et l'Est Algérien.	60
Tableau 7 : Résumé de la richesse et la diversité des plants dans les sites d'étude et dans les contenus des fèces.	71
Tableau 8 : Les corrélations de Spearman entre l'abondance des plantes dans les sites.	73
Tableau 9 : Le répertoire des sensilles au niveau du labre des différentes espèces.	76
Tableau 10 : Les résidus de régression des nombres des sensilles au niveau du labre.	5
Tableau 11 : Les Corrélations entre les résidus. (Teste de Pearson).	81
Tableau 12 : Le type du régime alimentaire et la systématique.	86
Tableau 13 : Effet de la famille sur le nombre des sensilles.	87

Liste des Annexes

Annexe 1. Analyse morphométrique des espèces : <i>Para.saharae</i> et <i>Para.sulphurises</i>.	100
Annexe 2. Analyse morphométrique d'<i>Ocneridia volxmii</i> et <i>O.longicornis</i>.	101
Annexe 3. Analyse morphométrique du complexe <i>Pamphagus</i>.	102
Annexe 4.	103
Tableau (1). Le taux de recouvrement de chaque espèce végétale dans la station de Belezma.	
Tableau (2). Le taux de recouvrement de chaque espèce végétale dans la station d'Ain Mlila.	
Tableau (3). Le taux de recouvrement de chaque espèce végétale dans la station d'Oum-El-Bouaghi.	
Tableau (4). Le taux de recouvrement de chaque espèce végétale dans la station de Collo.	
Tableau (5). Le taux de recouvrement de chaque espèce végétale dans la station de Khirane.	
Tableau (6). Le taux de recouvrement de chaque espèce végétale dans la station de Babar.	
Tableau (7). Le taux de recouvrement de chaque espèce végétale dans la station d'Elhama.	
Tableau (8). Le taux de recouvrement de chaque espèce végétale dans la station de Tidisse.	
Annexe 5. Les valeurs des fréquences obtenues.	109
Tableau (1). Les valeurs des fréquences des fragments végétaux dans les fèces de <i>T.pulc</i> .	
Tableau (2). Les valeurs des fréquences des fragments végétaux dans les fèces de <i>T.cisti</i> .	
Tableau (3). Les valeurs des fréquences des fragments végétaux dans les fèces de <i>P. crist</i>	
Tableau (4). Les valeurs des fréquences des fragments végétaux dans les fèces de <i>P. saharae</i>	
Tableau (5). La présence et l'absence des fragments végétaux dans les fèces de <i>Prionotropis hystrix rhodanica</i> .	
Annexe 6. Le comptage des sensilles au niveau du labre pour chaque espèce.	114

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Depuis plusieurs siècles, les problèmes posés par les insectes nuisibles ont retenu beaucoup l'attention. Cependant les acridiens sont sans aucun doute les plus redoutables ennemis de l'homme depuis l'apparition de l'agriculture.

Chaque année, les acridiens et les sautériaux, causent des dégâts importants aux cultures (DOUMANDJI-MITICHE *et al*, 1993). En effet des millions de personnes sont mortes de faim à cause de ces insectes. Il n'y a pratiquement aucun groupe d'animaux que celui des acridiens qui de tout temps aient été associés à l'homme et à l'imagination des événements catastrophiques destructeurs fatalement inévitables (KARA, 1997).

Les Orthoptères constituent l'ordre le plus important du super-ordre des Orthoptéroda. Ils regroupent plus de 20 000 espèces réparties en deux sous ordres : les Ensifères et les Caelifères.

La surveillance et la maîtrise du problème acridien nécessitent une connaissance approfondie de la biologie et de l'écologie de ces insectes. Celles-ci permettent de découvrir la phase la plus vulnérable afin de réduire leurs pullulations (OULD ELHADJ, 1992).

L'Algérie, par situation géographique et l'étendue de son territoire, occupe une place prépondérante, dans l'aire d'habitat de certaines espèces acridiennes. On y trouve plusieurs espèces grégariaptés et beaucoup d'autres non grégariaptés ou sautériaux provoquant des dégâts importants sur les cultures (OULD ELHADJ, 2001). En raison de son importance économique, la famille des Acrididae est la mieux étudiée. Les autres le sont beaucoup moins, en particulier la famille des Pamphagidae. Cette dernière est mal connue. Si la famille est actuellement bien précisée, il n'en est pas de même au niveau des espèces et des sous-espèces, exception faite de quelques genres et espèces dont la systématique a été récemment révisée (DESCAMPS, 1968).

Bien que la famille des Pamphagidae soit connue depuis longtemps (BRISOUT DE BARNEVILLE, 1850 ; LUCAS, 1851 et VOSSERER, 1902), la synthèse de la faune des espèces de Pamphagidae de l'Afrique du Nord en générale et de l'Algérie en particulier, n'a fait l'objet que de très peu de travaux (CHOPARD, 1943 ; DESCAMPS et MOUNASSIF 1972 et MASSA, 1987)

Si tous les spécialistes s'entendent actuellement sur l'importance du complexe phallique en tant que caractère fondamentale d'identification, des controverses existent encore sur les caractères morphologiques. Ces derniers peuvent varier fortement au sein d'une même espèce (MOUNASSIF, 1971).

L'objectif de notre travail est l'identification des espèces de la famille des Pamphagidae recensées dans plusieurs stations du Nord-est algérien, présentant une étude détaillée du complexe phallique. Ceci nous permet d'établir clairement les coupures spécifiques de chaque espèce. Ce travail préliminaire est indispensable pour entreprendre une étude bio-écologique précise.

Le régime alimentaire des Pamphagidae n'a fait l'objet d'aucune recherche. Avec ce travail nous avons traité plusieurs espèces appartenant à des sous-familles différentes. En dépit des investigations approfondies sur le répertoire des sensilles au niveau du labre chez plusieurs espèces acridiennes (HASKELL et MORDUE, 1969; CHAPMAN et THOMAS, 1978) aucune étude n'a été réalisée chez les Pamphagidae. *Chez cette dernière, nous avons étudié le répertoire des sensilles afin d'interpréter les variations de type du régime alimentaire de chaque espèce inventoriée.*

Ainsi, notre travail comprend trois chapitres. Le premier rassemble des données bibliographiques sur les acridiens en général et sur la famille des Pamphagidae en particulier.

Le deuxième chapitre présente la méthodologie de travail. Cette dernière porte essentiellement sur les méthodes de relevés qui permettent de connaître la composition spécifique des Pamphagidae. D'autres méthodes biologiques ont été également utilisées; à savoir l'étude des sensilles au niveau du labre. Pour l'exploitation des résultats, nous avons utilisé des méthodes de traitement de données par des analyses statistiques. Les résultats obtenus sont rassemblés dans le troisième chapitre.

DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Historique

Les Pamphagidae Burmeister, H. 1840, sont une famille d'acridiens géophiles ayant généralement un corps massif, lourd et aptère avec des téguments rugueux. Cependant, quelques genres ont de longues ailes, comme *Tmethis* (IHSAN, 1988). Parfois, des manifestations de pullulation ont été décrites dans plusieurs espèces de cette famille, comme dans d'autres familles acridiennes (BENZARA *et al*, 1993). *Ocneridia volxemii* est connu depuis longtemps pour être nuisible aux cultures des céréales dans les hauts plateaux algériens (BOUNECHADA et DOUMANDJI, 2003). Des travaux plus récents de LADRON DE GUEVARA *et al* (2009) ont indiqué des événements de manifestation par deux espèces d'*Acinipe* en Castille-La Mancha en Espagne.

Pamphagus elephas et *P. cristatus* ont d'abord été décrits par Linnaeus (1758) dans le genre *Locusta*. Par la suite, ces espèces sont désormais classées dans la famille des Pamphagidae.

Les premiers entomologistes ont été intéressés par les Pamphagidae en Algérie sont LUCAS (1851) et BRISOUT DE BARNEVILLE (1850). Plus tard, VOSSELER 1902, et d'autres ont continué à décrire de nouvelles espèces. La première synthèse de l'Afrique du Nord sur les Pamphagidae a été entreprise par CHOPARD (1943), suivie par DESCAMPS et MOUNASSIF (1972) et plus récemment par MASSA et ses collègues (1987 à 1996). Bien que de nombreuses thèses aient dirigées par les professeurs DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE sur les Orthoptères en Algérie (BENRIMA *et al*. 2011), peu de travaux ont fait l'objet d'études bioécologiques sur *Pamphagus elephas*. BOUFERSAOUI et MATZ(1968) ont étudié l'anatomie et l'histologie du tube digestif de cette espèce. AIOUAZ (1970) a fait un travail sur l'anatomie et l'histologie des appareils génitaux mâles et femelles de *Pamphagus elephas*. Enfin BOUFERSAOUI (1970, 1971) a étudié le développement post-embryonnaire de l'intestin moyen de cet acridien. Ce travail a mis en évidence le phénomène d'hivernation larvaire.

2. Aspect général

La classe des Insecta est la plus riche de tout le règne animal puisqu'elle regroupe à elle seule environ 80% des animaux actuellement décrits. Les Orthoptères appartiennent au groupe des hémimétaboles, insectes caractérisés par leur métamorphose incomplète (BELLMANN et LUQUET, 1995). Ils se distinguent par des ailes antérieures, généralement sclérotinisées et transformées en élytres, encore appelées tegmina. L'appareil buccal est du type broyeur. L'abdomen possède onze segments dont l'avant dernier porte une paire de cerques (CHOPARD, 1938). Ces insectes sont le plus souvent sauteurs et stridulants (DURANTON *et al.*, 1982).

3. Systématique

C'est à Guillaume-Antoine Olivier que revient le mérite d'avoir donné le nom d'Orthoptère aux insectes dont les ailes se replient longitudinalement en éventail sous les élytres (HOULBERT, 1923).

Les acridiens sont des insectes sauteurs qui font partie de l'ordre des Orthoptères. Ce dernier appartient à l'embranchement des Arthropodes, au sous-embranchement des Antennates, à la classe des insectes (Hexapodes), à la sous-classe des Ptérygotes (adultes ailés dans leur grande majorité), à l'infra-classe des Polynéoptères Hétérométaboles (pas de stade immobile entre la larve et l'adulte) et à l'Ordre des Orthoptères.

Selon l'ancienne classification de CHOPARD (1953), les Orthoptères étaient contenus dans le Super-Ordre des Orthoptéroïdes qui se subdivisait en 5 ordres :

- les Dictyoptères (Blattoptères ou Blattes, Mantoptères ou Mantès)
- les Isoptères ou Termites
- les Chéleuthoptères ou Phasmes
- les Dermaptères ou forficules ou perce-oreilles
- les Orthoptères.

Depuis, la classification s'est profondément modifiée surtout grâce aux nouvelles approches moléculaires mais les relations phylogénétiques au sein des Hémimétaboles sont encore loin d'être totalement élucidées (TRAUTWEIN *et al.*, 2012). Si on reprend la synthèse de ces derniers auteurs, les Orthoptera Latreille, 1793 semblent être isolés au sein des Polynéoptères. En conséquence, le Super-Ordre des Orthoptéroïdes n'existe plus. Les

Phasmatodea Jacobson & Bianchi, 1902, encore appelées Phasmida sont peut-être proches des Orthoptera (FLOOK *et al.*, 1999), mais les Phasmes sont maintenant rapprochés des Embioptera Lameere, 1900. Les Dictyoptera Latreille 1829 sont devenus un Super-Ordre et incluent deux Ordres, les Mantodea Burmeister, 1838 ou Mantes et les Blattaria Latreille, 1810, encore appelées Blattodea. Ces derniers comprennent deux lignées de Blattes dont l'une a donné naissance à un groupe pratiquant la vie sociale, les Termitoidea (Linnaeus, 1758) (INWARD *et al.*, 2007). Quant aux Dermaptera De Geer, 1773, ils seraient le groupe frère des Plécoptères.

La classification des Orthoptera la plus admise est celle de DIRSH (1965) modifiée par UVAROV (1966). Cet Ordre se subdivise en deux sous-ordres : les Ensifères et les Caelifères.

Les Ensifères ont des antennes longues et fines, en dehors des Gryllotalpidae qui constituent une exception. Les valves des femelles sont bien développées et forment un organe de ponte en forme de sabre, dont les bords sont dentés chez certaines espèces. L'organe stridulant du mâle occupe le champ dorsal des élytres. L'émission sonore est produite par le frottement des deux élytres. Les organes tympaniques sont situés sur les tibias des pattes antérieures. Ce sont des récepteurs des sens. Les œufs sont pondus isolément dans le sol ou à la surface. Les sous-ordres des Ensifères sont constitués de trois familles : les Tettigoniidae, les Gryllidae et les Sténopelmatidae (CHOPARD, 1943).

Par contre, Les Caelifères ont des antennes courtes multi articulées. Ce sont les criquets qui regroupent les locustes et les sauteriaux. Les valves génitales des femelles sont robustes et courtes. L'organe stridulant des mâles est constitué par une crête du fémur postérieur frottant sur une nervure intercalaire des élytres. Les organes tympaniques sont situés sur les côtés latéraux du premier segment abdominal. Les œufs sont généralement pondus en masse enrobés ou surmontés de matière spumeuse et enfouis dans le sol par la pénétration presque totale de l'abdomen. Quelques espèces acridiennes de forêt déposent leurs œufs sur les feuilles.

La faune des Orthoptères de l'Afrique du Nord (CHOPARD, 1943), bien qu'ancienne, reste une référence précieuse pour la détermination des acridiens. 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). La classification retenue dans Orthoptera Species Files (EADES *et al.*, 2012) cite trois

groupes dans ce sous-ordre : Les Tridactyloidea, les Tetrigoidea et les Acridomorpha. Ce dernier comprend sept super-familles (FLOOK *et al.*, 2000).

3 .1.Place des Pamphagidae dans la systématique moderne

Au sein des Acridomorpha (acridiens de l'ancien monde tempéré), la classification a subi également des modifications depuis celles de TARBINSK (1949), BEI-BIENKO et MISHCHENKO (1951), BEI-BIENKO (1963). Selon LOUVEAUX et BENHALIMA (1987), quatre familles seulement y étaient recensées en Afrique du Nord : les Charilaidae, les Pyrgomorphidae, les Acrididae et les Pamphagidae. Il faut y rajouter maintenant les Dericorythidae Jacobson & Bianchi, 1905 qui ont été élevés au rang de famille puisque ce taxon était considéré précédemment comme une sous-famille d'Acrididae.

En se basant sur la structure de l'appareil copulateur mâle, ROBERTS (1941) a divisé les acridiens en deux groupes :

Le groupe des Chasmosacci se distingue par un appareil copulateur « plus primitif ». Le canal éjaculateur s'élargit en expansion incurvée (*saccuse jaculatorius*) qui n'est pas séparé du *saccus spermatophorus*. Ce groupe renferme les sous-familles des Pyrgomorphinae, Pamphaginae, Batrachotetriginae et Trinchinae.

Le groupe des Cryptosacci avec les sous-familles des Catantopinae, Acridinae, Oedipodinae et autres, se distingue par la présence d'un petit canal éjaculateur bien séparé.

UVAROV (1943) a montré l'importance des caractères structuraux de l'appareil copulateur dans l'identification des différentes sous-familles. Ainsi, les trois principales sous-familles de Chasmosacci (Pamphaginae, Batrachotetriginae et Trinchinae) qui ont les mêmes caractères généraux ont été classées dans le taxon des Pamphagine (MOUNASSIF, 1971).

Cette division a été remise en cause par les approches moléculaires (FLOOK *et al.*, 1999, 2000) et les Pamphagidae se sont révélés être plus proches des Acrididae que des Pyrgomorphidae. En conséquence, les Acridoidea comprennent maintenant les Acrididae, les Dericorythidae, les Charilaidae, les Pamphagidae et d'autres familles non représentées en Afrique du Nord. Les Pyrgomorphidae sont à part (EADES *et al.* , 2012).

DIRSH (1965) a divisé la famille des Pamphagidae en 4 sous-familles, en se basant sur les caractères du complexe phallique. Ces sous-familles sont Echinotropinae, Porthetinae, Akicerinae et Pamphaginae.

Selon la récente phylogénie de ZHANG *et al* (2005), la famille des Pamphagidae comprend 8 sous-familles. D'après le site d'Orthoptera species file (EADES *et al*, 2011), cinq sous-familles ont été retenues : [Akicerinae](#) Bolívar, 1916, [Echinotropinae](#) Dirsh, 1961, [Pamphaginae](#) Burmeister, 1840, [Porthetinae](#) Bolívar, 1916 et [Thrinchinae](#) Stål, 1876.

3 .2.Place des Pamphagidae dans la Faune d'Afrique du Nord

La faune acridienne de l'Afrique du Nord est représentée par 5 familles : Pyrgomorphidae, Pamphagidae, Charilidae, Dericorythidae et Acrididae. Cette dernière domine nettement avec 50 genres et 326 espèces. Quant à la famille de Pamphagidae, elle est représentée par les deux sous-familles Akicerinae avec 2 genres et 4 espèces et Pamphaginae avec 10 genres et 58 espèces soit au total 12 genres et 62 espèces. (MOUNASSIF, 1971).

Si l'on considère l'ensemble des Acridoidea actuellement connus en Afrique du Nord et recensé dans le Tableau(1). Nous constatons que la famille des Pamphagidae ne constitue que 17,8% des genres et 14,75% des espèces, soit moins de 1 /4 des Acrididae.

La famille des Acrididae constitue la presque totalité de la faune acridienne avec 68 % des genres et 78,55% des espèces. Le reste représente les 3 autres familles dont les Pamphagidae sont les plus nombreux (MOUNASSIF, 1971).

Tableau 1 : Importance relative des Acridoidea d'Afrique du Nord (MOUNASSIF, 1971).

Famille	Sous-famille	Genres	Espèces
---------	--------------	--------	---------

		Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
Pamphagidae	Akicerinae	2	2.9	4	0.95
	Pamphaginae	10	14.9	58	13.80
Charilidae	Charilinae	1	1.4	1	0.23
Pyrgomorphidae	Pyrgomorphinae	4	5.9	31	6.47
Dericorythidae	Dericorythinae	4	5.9	17	4.04
Acrididae	Tropidopolinae	1	1.4	3	0.61
	Calliptaminae	2	2.9	19	4.52
	Eypreocnemidinae	1	1.4	20	4.76
	Catantopinae	2	2.9	2	0.47
	Cyrtacanthacridinae	4	5.9	17	4.04
	Egnatiinae	3	4.4	9	2.14
	Acridinae	2	2.9	14	3.43
	Oedipodinae	19	28.3	153	36.31
	Eremogryllinae	2	2.9	5	1.19
	Truxalinae	10	14.9	67	15.94
Totaux	16	67	100%	420	100%

4. Morphologie des Pamphagidae

Au sein des acridiens, les Pyrgomorphidae et les Pamphagidae présentent un sillon fastigial. Ce dernier comprend des aires fastigiales développées que chez les Pyrgomorphidae, dont le corps fusiforme et la tête conique les distinguent aisément des Pamphagidae géophiles, au corps massif et lourd et au tégument généralement rugueux (IHSAN, 1988).

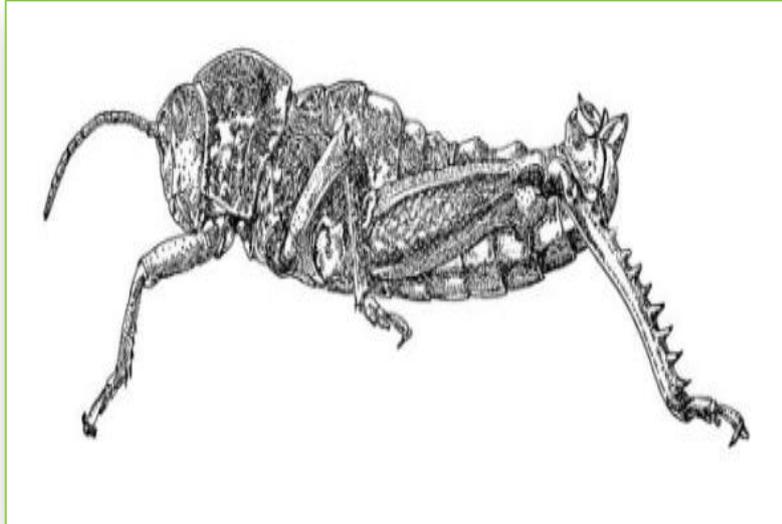


Figure 1 : Morphologie générale d'un *Pamphagus* (MASSA, 1993).

4.1. Le complexe phallique des pamphagidae

Ce travail se base essentiellement sur les caractères morphologiques et anatomiques des genitalia (ou complexe phallique) des individus étudiés. La morphologie est relativement standard (caractères de la tête, thorax, abdomen) et ne nécessite pas de précisions particulières. Par contre, la structure des genitalia est très spécialisée et nécessite une étude approfondie. Le complexe phallique mâle comprend trois couches concentriques qui sont de l'extérieur vers l'intérieur : l'épiphalle, l'ectophalle et l'endophalle (Fig. 2).

Les Pamphagidae sont caractérisés par la présence d'un épiphalle, d'un cingulum ectophallique et des sclérites endophalliques fracturés.

L'épiphalle apparaissant dès que le pallium est relevé, recouvre presque entièrement les autres pièces du complexe phallique. Sa forme en écusson, ses petites ancorae, ses petits processus antérieurs, son disque entier, ses plaques latérales distinctes, ses plages échinulées, l'absence de lophi et des sclérites ovales sont la règle chez les Pamphagidae (IHSAN, 1988).

L'ectophalle est enveloppé par un grand cingulum aux apodèmes, rami et zygoma développés, la partie médiane de l'endophalle.

L'endophalle est théoriquement composé de trois parties : la partie antérieure avec ses apodèmes endophalliques en avant du sac spermatophore, la partie moyenne disposée autour du sac spermatophore et la partie postérieure formant l'édéage (IHSAN, 1988) (Fig 2).

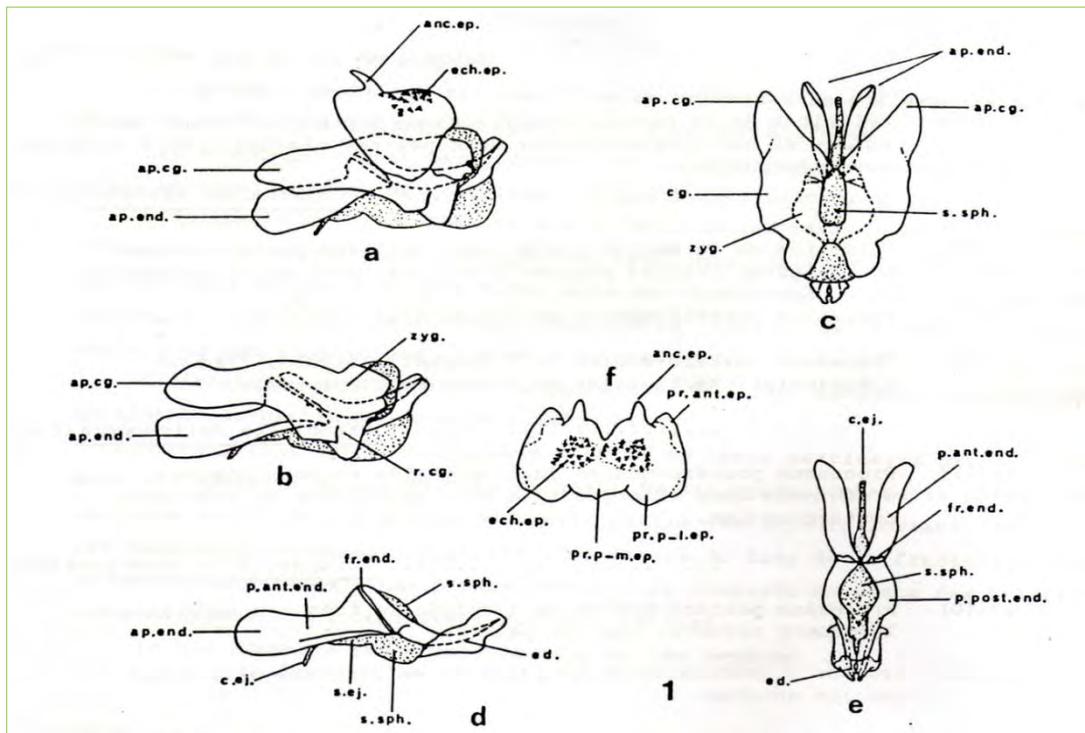


fig. 1 : Bufoncarodes mistshenkoi Descamps, 1967 genitalia mâle

ABREVIATIONS UTILISEES

anc. ep.	ancorae de l'épiphalle
ap. cg.	apodème du cingulum
ap. end.	apodème de l'endophalle
c. ej.	canal ejaculateur
cg.	cingulum
ed.	édéage
ech. ep.	échinulations de l'épiphalle
fr. epd.	fracture endophallique
p. ant. end.	partie antérieure de l'endophalle
p. post. end.	partie postérieure de l'endophalle
pr. ant. ep.	processus antérieur de l'épiphalle
pr. p-m. ep.	processus postéro-médian de l'épiphalle
pr. p-l. ep.	processus postéro-latéral de l'épiphalle
r. cg.	rami du cingulum
s. ej.	sac ejaculateur
s. s. sph.	sac spermatophore
zyg.	zygoma

a- complexe phallique latéralement; b- le même sans épiphalle; c- le même en vue dorsale; d- endophallique et édéage latéralement; e- le même en vue dorsale; f- épiphalle en vue dorsale. (cette légende est la même pour autres genitalia.)

Figure 2 : Le complexe phallique des Pamphagidae (IHSAN, 1988).

5. Répartition géographique des acridiens

5.1. Dans le monde

Il existe au moins 12000 espèces d'acridiens (criquets) dont environ 500 sont nuisibles à l'agriculture. Le criquet pèlerin couvre l'Afrique au nord de l'équateur, le Moyen Orient, les péninsules arabiques et Indo-Pakistanaise (SAMSON, 2004).

Le criquet migrateur trouve ses souches au Mali, dans la zone d'inondation du fleuve Niger. On rencontre également d'importantes souches dans le Sud-Ouest de Madagascar, la partie la plus aride de l'île, dans le bassin du lac Tchad et dans la région du Nil bleu au Soudan. Le criquet nomade est une espèce plus largement répartie en Afrique Australe (Zambie- Tanzanie, Malawi). Le criquet arboricole se distingue par la composition d'essaims denses et sombres le jour, sur les arbres. En Egypte, en Afrique de l'Est, en Arabie Saoudite et en Afrique du Sud.

Le criquet sénégalais se répand dans les zones sahariennes des îles du Cap-Vert à la Corne de l'Afrique, en Arabie Saoudite, en Inde, au Pakistan et au Moyen-Orient. Il s'attaque aux cultures céréalières dans les zones tropicales sèches (SAMSON, 2004).

5.2. En Algérie

L'Algérie, de par situation géographique et de l'étendue de son territoire, occupe une place prépondérante, dans l'aire d'habitat de certains acridiens. On y trouve plusieurs espèces grégariaptées et beaucoup d'autres non grégariaptées ou sautériaux provoquent des dégâts parfois très importants sur différentes cultures (OULD ELHADJ, 2001). Parmi les espèces acridiennes non grégariaptées rencontrées en Algérie, nous avons : *Calliptamus barbarus barbarus*, *Anacridium aegyptium*, *Acrotylus patruelis*, *Ocneridia volxemii* et les espèces acridiennes grégariaptées : *Locusta migratoria*, *Schistocerca gregaria* et *Dosiostaurus maroccanus*.

5.3. Répartition géographique de la famille des Pamphagidae

La répartition de la famille des Pamphagidae est essentiellement africaine et asiatique. Cependant quelques genres appartenant aux sous-familles des Akicerinae et des Pamphaginae se rencontrent au sud de l'Europe dans les régions méditerranéennes (MOUNASSIF, 1971).

La répartition de quelques espèces de Pamphagidae est représentée par des cartes (Fig 3) (<http://Orthoptera.SpeciesFile.org>).

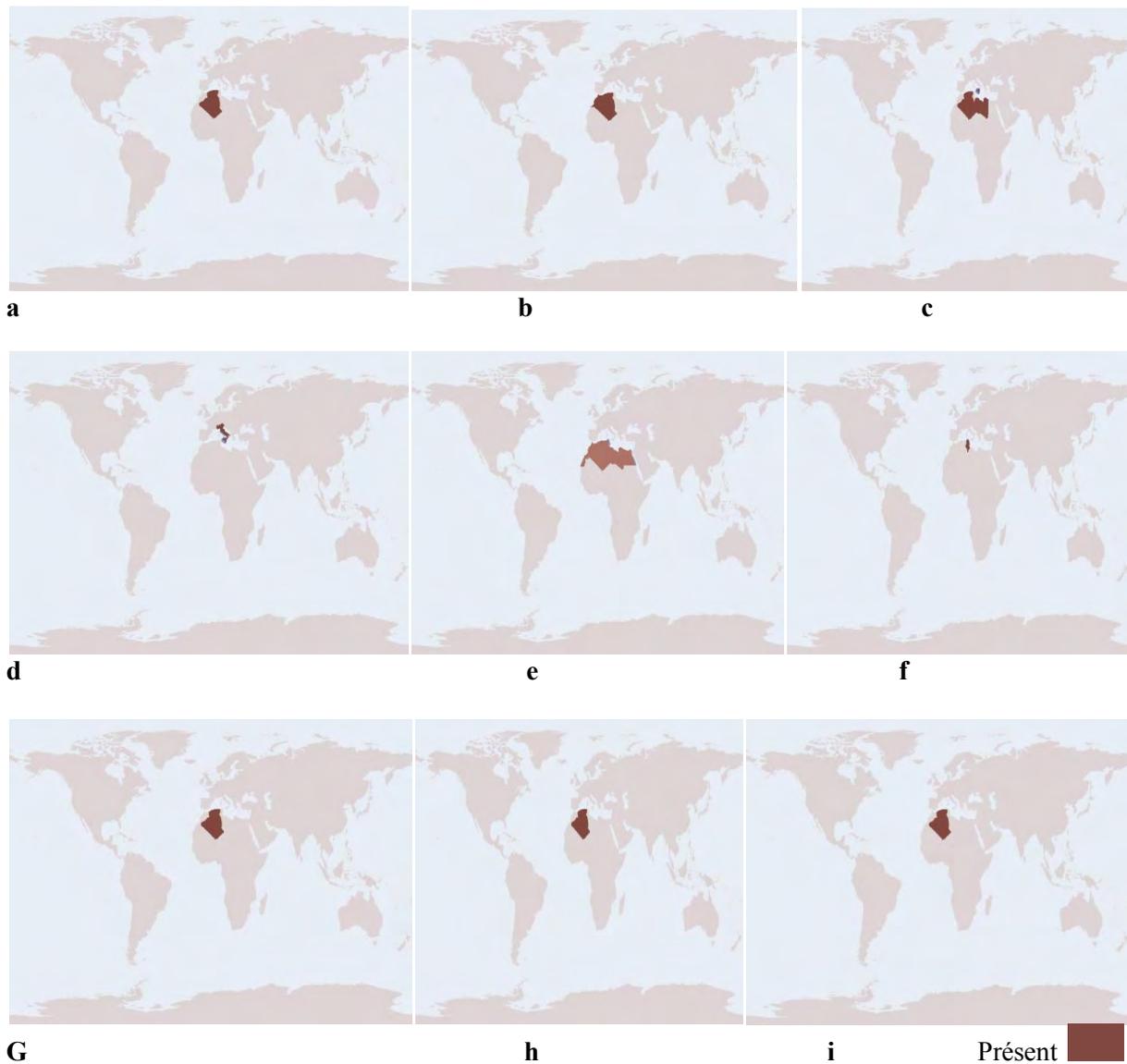


Figure 3(a): Répartition géographique des espèces de la famille des Pamphagidae dans le monde. **a** : *Ocneridia microptera* (Brisout de Barneville, 1851), **b** : *Ocneridia volxemi* (Bolívar, 1878), **c** : *Ocneridia nigropunctata* (Lucas, 1849), **d** : *Pamphagus marmoratus* Burmeister, 1838, **e** : *Pamphagus elephas* Linnaeus, 1758, **f** : *Pamphagus cristatus* Descamps & Mounassif, 1972, **j** : *Pamphagus djelfensis* Vosseler, **h** : *Pamphagus auresianus* Massa, 1992, **i** : *Pamphagus caprai* Massa, 1992 (<http://Orthoptera.SpeciesFile.org>).

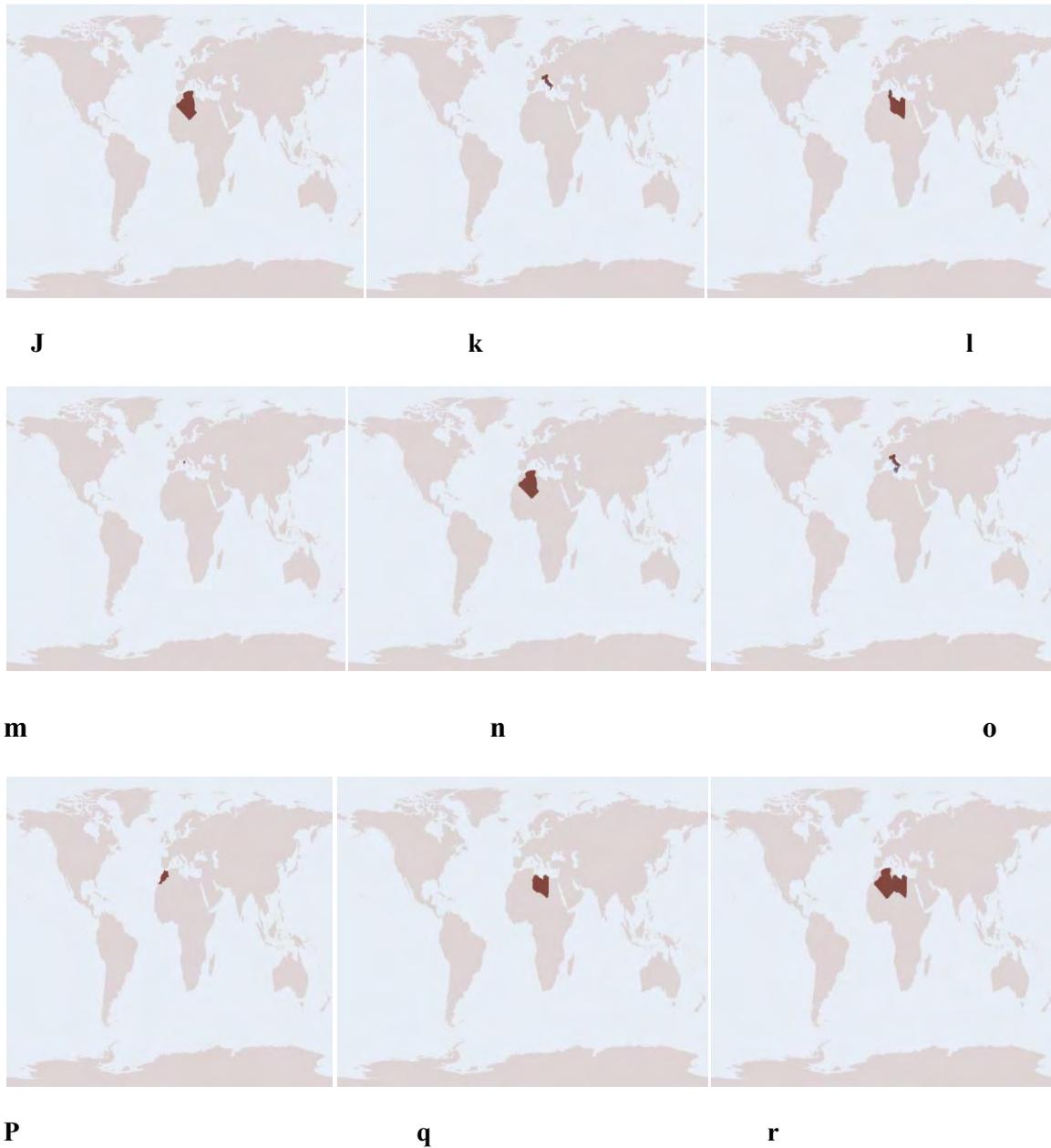


Figure 3b: Répartition géographique des espèces de la famille des Pamphagidae dans le monde. **J** : *Pamphagus meridionalis* Descamps & Mounassif, 1972, **k** : *Pamphagus ortolaniae* Cusimano & Massa, 1975, **l** : *Pamphagus tunetanus* Vosseler, 1902, **m** : *Pamphagus sardeus* Herrich-Schäffer, 1840, **n** : *Eurypanyphes sitifensis* (Brisout de Barneville, 1854), **o** : *Acinipe calabra* (O.G. Costa, 1828), **p** : *Paracinipe dolichocera* (Bolivar, I., 1907), **q** : *Paracinipe orientalis* (Werner, F., 1908), **r** : *Paracinipe saharae* (Pictet & Saussure, 1891) (<http://Orthoptera.SpeciesFile.org>).

6. Ecologie

Selon les espèces, les Orthoptères présentent des préférences écologiques très diverses. A côté des espèces euryèces qui s'accommodent dans des conditions très variées et colonisent des milieux très divers, se trouvent des espèces sténoèces. Ces dernières ne peuvent se développer que dans certains milieux très spécialisés, parfaitement adaptés à leurs exigences écologiques (BARATAUD, 2005).

La température constitue pour beaucoup d'Orthoptères, un facteur biotique essentiel et leur activité est directement liée à la présence du soleil et à la chaleur dispensée par celui-ci (LUQUET, 1985).

Les acridiens colonisent des habitats très variés : de faible altitude à haute altitude, des zones tropicales aux déserts, des milieux cultivés, des sols dénudés des terrains boisés, etc. La densité et la diversité des espèces varient selon le type de milieu (BOITIER, 2004).

7. Régime alimentaire des acridiens

RACCAUD-SCHOELLER (1980) note que la phytophagie représente le type alimentaire fondamental pour l'immense majorité des Orthoptères. CHOPARD (1949) et VOISIN (1986) considèrent que les acridiens sont essentiellement phytophages. En revanche, la plupart des Ensifères sont omnivores et consomment des petits insectes ainsi que des plantes à tissus tendres et riches en sève. En règle générale, plus l'espèce est de grande taille plus elle tend à avoir un régime alimentaire carnivore.

Selon LEGALL et GILLON (1989) nous distinguons deux grands ensembles de consommateurs parmi les acridiens. Les consommateurs de Poacées (graminées) ou graminivores et les consommateurs d'autres familles végétales ou non graminivores. Classiquement, il existe trois degrés de spécialisation : la monophagie, l'oligophagie et la polyphagie. LEGALL (1989) montre qu'un herbivore monophage ne consomme qu'une seule espèce végétale et quelques espèces très proches d'un même genre. Les espèces oligophages sont celles dont le spectre trophique est limité à un genre ou à une famille végétale donnée. Le plus souvent, il s'agit de la famille des Poacées. UVAROV (1928) note que les Poacées en tant que plantes-hôtes sont caractéristiques de la famille des Acrididae. Les polyphages sont divisés en deux groupes : ceux qui ne consomment que des Dicotylédones sont appelés

forbivores et ceux qui consomment à la fois des Poacées et des Dicotylédones sont ambivores (UVAROV, 1967). En effet, certaines espèces de Calliptaminae et Catantopinae préfèrent plutôt les Légumineuses. En réalité, les acridiens présentent en majorité de grandes tolérances alimentaires et par là, ne sont pas limités dans leurs quête de nourriture (DURANTON *et al.*, 1982). Les régimes alimentaires sont extrêmes variés (DREUX, 1980). On note tout d'abord des variations saisonnières, en rapport avec la nourriture disponible et l'activité des animaux. Le régime alimentaire varie aussi avec le stade de développement, le sexe et en fonction des caractéristiques du milieu (DAJOZ, 1971 in SEGHIER, 2002).

L'impact de l'herbivorie par les Orthoptères sur les écosystèmes prairiaux peut être considérable. Une étude menée dans les Alpes suisses a montré que des peuplements de criquets d'une densité de 12 individus/m² consommaient entre 19 à 30% de la production végétale (BLUMER&DIEMER, 1996 in BARATAUD, 2005). Seulement, 3% est mobilisée par leur organisme.

De très nombreuses plantes sont susceptibles d'être attaquées par ces ravageurs, qu'elles soient ligneuses ou herbacées. Les céréales occupent la première place. Le millet, le maïs, le sorgho et le riz sont également attaqués. Le coton et l'arachide sont par contre moins endommagés.

La relation insecte-plante est l'un des volets essentiels dans l'étude écologique des acridiens. Elle constitue un atout fondamental pour la connaissance du fonctionnement des écosystèmes (CHARAIR, 1994).

8. Prédateurs et parasites

Les Orthoptères, en particulier les Pamphagidae sont des proies importantes pour de nombreux oiseaux, araignées et autres animaux insectivores. Outre ces prédateurs généralistes, il existe un grand nombre d'ennemis très spécialisés ; entre autre, les diptères (*Conopidae*, *Tachinidae*), les hyménoptères (*Sphecidae*), les vers nématodes (*Gordius*) et certains champignons (BARATAUD, 2005).

9. Importance économique

La qualification « dangereux » est appliquée aux espèces susceptibles de faire des dégâts sur les cultures vivrières ou industrielles. L'ingestion par les criquets de pesticides ou de végétaux toxiques peut provoquer des empoisonnements chez l'homme lorsque ce dernier

en consomme. Les acridiens ont toujours été considérés comme un fléau et une catastrophe naturelle (TANKARIDAN BADJO, 2001).

La menace acridienne a laissée des traces indélébiles dans la mémoire des hommes; en effet les dégâts causés par les acridiens sont suivis de famine dans les pays pauvres.

Dans un passé récent, les acridiens ont occupés à plusieurs reprises, le premier plan de l'actualité des ravageurs ; pullulations des sautériaux dans le Sahel en 1974 et 1975 puis du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* autour de la Mer Rouge et du criquet migrateur *Locusta migratoria* dans le sud du bassin du lac Tchad en 1979 et 1980 (APPERT et DEUSE, 1982). En 1986, les pertes agricoles causées par les acridiens dans sept pays du Sahel ont été estimées à 77 millions de dollars soit 8% de la valeur commerciale des céréales. Le coût de la lutte anti-acridienne est revenu à 31 millions de dollars (OULD-ELHADJ, 1991). Le total des pertes annuelles dues aux sautériaux est suffisamment élevé pour que ces insectes soient classés comme des ennemis majeurs des cultures. Cette perte diffère en fonction de l'espèce en raison de sa densité, de ces besoins alimentaires et de la plante cultivée attaquée.

En 1983 dans une localité de la région de Sétif, une pullulation très importante d'*Ocneridia volxemii* a lieu sur les cultures d'orge au stade fin tallage et sur les jachères. La densité était d'environ 80 individus par mètre carré sur une superficie de 1000 hectares. Une autre pullulation plus ou moins importante a été observée dans la même région sur les cultures d'orge, au stade épiaison. La densité était d'environ quinze individus par mètre carré sur une superficie de 10 000 hectares (FELLAOUINE, 1984 in SOFRANE, 2006). CHOPARD(1943) signale que ces pamphagiens se sont montrés certaines années assez nombreux pour causer des dégâts. Ils s'assemblent en bande compacte, large de un à deux mètres qui s'avance lentement, ne laissant rien derrière elle. Selon SKAF(1975) in FELLAOUINE(1989) *Ocneridia volxemii* a une grande nocivité locale et s'attaque aux céréales en herbe et à d'autres cultures.

MATERIEL ET METHODES

CHAPITE II. MATERIEL ET METHODES

I. Inventaire, Systématique et analyse morphométrique

I.1. Choix des stations d'étude

Afin de recenser le maximum des espèces, nous avons choisi plusieurs stations dans le Nord-est algérien. Nous avons pris en considération quatre variables: l'altitude, l'étage bioclimatique, la végétation et la diversité des espèces de Pamphagidae.

I. 2. Présentation des stations d'étude

Notre échantillonnage a été réalisé au niveau de neuf stations. La répartition géographique des différentes localités et les caractéristiques de chaque station sont rassemblées dans la figure 4 et le tableau 2.

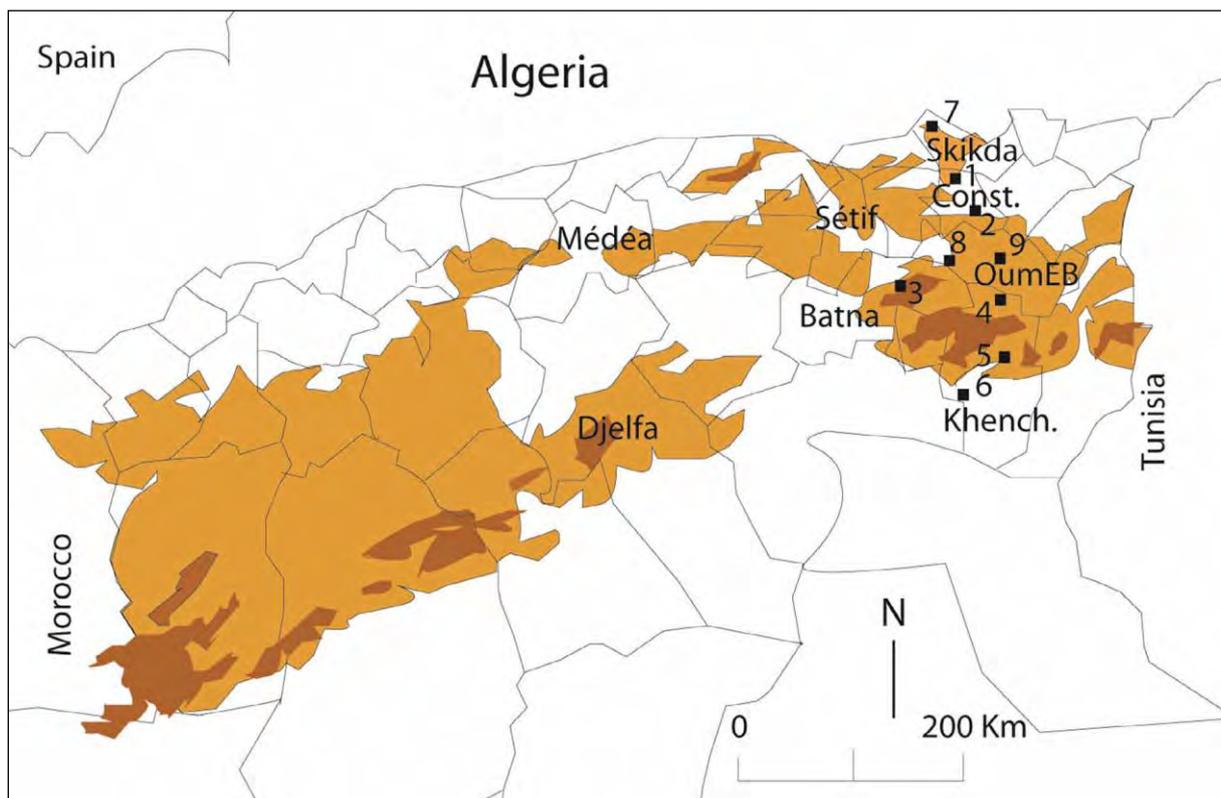


Figure 4 : La distribution des neuf stations d'étude. 1: Tidisse, 2: Elkhroub, 3: Belezma, 4: Babar, 5: Khirane, 6: Elhamma, 7: Collo (Chéraïa), 8: Ain-Mlila, 9: Oum-El-Bouaghi.

Tableau(2) : Caractéristiques des stations d'étude

Région	Station	L'altitude	Les coordonnées géographiques	Etage bioclimatique	L'année de récolte	Nature de la station	Plantes abondantes
Constantine	Tidisse (1)	660m	36° 22' Nord 6° 40' Est	Semi-aride à hiver frais	2010	Cultivée	<i>Triticum durum</i> , <i>Cicer arietinum</i> <i>Vicia faba</i> , <i>Lens culinaris</i>
	Elkhroub (2)	626m	36° 48' N 7° 05' E	Semi-aride	2008	Milieu naturel (Avec des plantes de fourrage)	<i>Calendula arvensis</i> , <i>Silybum marianum</i> , <i>Scolymus hispanicus</i> , <i>Euphorbia helioscopia</i>
Batna	Djerma (Parc National de Belezma) (3)	991m	35° 9' 47 N 7° 55' 10" E	Semi-aride	2009 2010	Montagne : Maquis dégradé (steppe)	<i>Stipa tenacissima</i> , <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Retama sphaerocarpa</i>
Khenchela	Babar (4)	1142m	35°9'47"N 7°6'16"E	Semi-aride	2010	Steppe	<i>Stipa tenacissima</i> , <i>Pinus halepensis</i> , <i>Cupressus sempervirens</i> , <i>Hertia cheirifolia</i>
	Khirane (5)	584m	35°0'5"N 6°45'34"E	Semi-aride	2010	Jachère sèche à faible végétation	<i>Plantago major</i> , <i>Malus communis</i> , <i>Urospermum picroides</i>
	Elhamma (6)	1049m	35°12'42"N 6°46'13"E	Semi-aride.	2010	Verger avec des plantes spontanées	<i>Calendula arvensis</i> , <i>Scolymus maculatus</i> , <i>Ficus carica</i> , <i>Prunus armeniaca</i>
Skikda	Collo (Chéraïa) (7)	42m	36° 53' N 6° 54' E	Humide	2009	Parcelle laissée en friche portant plusieurs espèces de plantes spontanées	<i>Dactylis glomerata</i> , <i>Mentha pulegium</i> , <i>Trifolium campestre</i> <i>Passiflora caerulea</i>

						s et parcelle de pomme de terre	
Oum- El- Bouaghi	Ain- Mlila (8)	794m	35° 53' N 06° 33' E	Semi-aride	2008 2009	Milieu naturel avec des plantes de fourrage	<i>Marrubium alysson,</i> <i>Bromus scoparius,</i> <i>Hordeum sp,</i> <i>Avena fatua</i>
	Oum- Elbouagh i (9)	800m	35° 52' 39N 7° 06' 49" E	Semi-aride	2009	Milieu naturel avec des plantes spontanée s	<i>Centaurea sp , Bromus rubens,</i> <i>Phragmites australis,</i> <i>Lolium rigidum</i>

I. 3. Echantillonnage

Lors de nos prospections sur le terrain, les captures ont été faites à l'aide d'un filet fauchoir. Les individus collectés ont été mis individuellement dans des flacons en plastique. Nous avons utilisé également un sécateur et des sachets en plastique pour les prélèvements floristiques. La date et le lieu de capture ont été également mentionnés pour chaque sortie. Un carnet de notes pour mentionner toutes les observations et les informations concernant les acridiens dans leur environnement.

L'objet de l'échantillonnage est d'obtenir une image instantanée de la structure de la population acridienne. Diverses méthodes utilisées pour la collecte des acridiens en fonction de leur habitat (DREUX, 1962, 1972, LECOQ, 1978, VOISIN, 1986 et LEGALL, 1989). Au cours de nos prospections, l'échantillonnage a été réalisé d'une manière aléatoire.

Dans des études antérieures (BENKENANA 2006, BENKENANA et HARRAT 2009), nous avons observé que dans la région de Constantine, *Ocneridia volxemii* (Bolivar, 1878) était la seule espèce recensée à l'état adulte durant l'été et l'automne. Sinon, lors des sessions d'étude sur le terrain avec les étudiants de l'Université Mentouri, organisées dans différentes localités au printemps et au début de l'automne, nous avons observé que la plupart des activités des espèces des Pamphagidae a été observée au printemps. C'est la raison pour laquelle, au cours de 3 ans d'étude (2009-2011), chaque station a été visitée huit fois entre les mois de Mars et Juin.

A chaque sortie, l'échantillonnage a été réalisé sur une superficie comprise entre 500 et 1000 mètre carré, au moment où le pic d'activité des acridiens est maximal (entre 10 et 14 h).

I.4.Travail au laboratoire

Pour tuer les insectes, on les met au congélateur à -17 ° C. Les femelles sont vidées de leur contenu interne. Par contre les ovocytes sont conservés dans l'alcool à 70%. Les échantillons ont été conservés dans des boîtes de collections avec une étiquette indiquant la station, date et numéro d'enregistrement.

I.4.1. Protocole de dissection des genitalia mâles

Les genitalia mâles sont prélevés après élimination de l'extrémité abdominale. Le complexe phallique est prélevé selon la technique de dissection établie par AMEDEGNATO (1976). L'extrémité abdominale est immergée dans de l'eau distillée pendant que le reste de l'animal est placé dans une atmosphère humide (ramollissoir). La durée de cette étape dépend de l'état de dessiccation de l'insecte ; une nuit est généralement suffisante pour assurer un bon état de réhydratation. Une fois ramolli, l'insecte est placé, les pattes postérieures sont repliées sur les côtés afin de faciliter l'accès à l'extrémité de l'abdomen qui est maintenu en place par des épingles. Le tout est placé sous loupe binoculaire.

Des pinces fines et une paire de micro-ciseaux nous ont servi pour soulever la plaque sous-anale et les paraproctes vers le haut tout en maintenant la plaque sous génitale vers le bas. Une boutonnière est alors réalisée dans la membrane reliant les paraproctes à la plaque sous-génitale. A partir de ces incisions, le palium est découpé le long du repli qu'il forme naturellement. Ensuite, la membrane inférieure des paraproctes est découpée. La découpe s'effectue le plus haut et le plus loin possible afin de ne pas couper latéralement l'un des sclérites ovales de l'épiphalle. Le seul passage d'une pince entre le complexe phallique et la cuticule de la plaque sous-génitale permet de défaire les liens musculaires qui les unissent. L'ensemble des genitalia peut être retiré de l'insecte en prenant garde de lui infliger le moins de manipulations possibles afin qu'il garde sa position naturelle.

L'ensemble est ensuite plongé dans une solution de potasse à 50% pour dissoudre les muscles. Une fois nettoyés et rincés, les différents sclérites formant le complexe phallique peuvent être étudiés. Les genitalia mâles sont conservés dans des tubes Eppendorf avec l'alcool (70%).

I.4.2. Identification des espèces acridiennes

Pour la détermination des espèces acridiennes, nous avons utilisé plusieurs clefs d'identification (CHOPARD 1943, MASSA et CUSIMANO 1979, MASSA et BIONDI 1987,

IHSAN 1988, MASSA et LO VERDE 1990, MASSA *et al.*, 1993 et MASSA 1996). La classification et la nomenclature ont été mises à jours grâce au site Web OSF2 (<Http://Orthoptera.SpeciesFile.org>).

I.5. Etude du complexe *Pamphagus*

Pour l'analyse morphométrique, nous avons mesuré les paramètres suivants : la longueur et la hauteur du fémur postérieur, le pronotum, (partie ventrale du thorax), la tête et la longueur de l'abdomen. Concernant les organes génitaux des mâles, nous avons également calculé le nombre des échinules sur l'épiphalle et l'angle de divergence entre les deux séries des échinules. Nous avons également mesuré la hauteur et longueur de la gaine du complexe phallique. Ces mesures ont été réalisées avec du papier millimétré.

I.5.1. Analyse statistique

L'analyse multivarée en composantes principales est la plus appropriée car elle concerne un tableau de mesures quantitatives. Cette technique permet de visualiser sur un seul plan les corrélations entre les paramètres visualisés par des vecteurs. Ainsi, chaque échantillon est projeté sur ce même plan. Un assemblage de points désigne un taxon particulier.

Un dendrogramme permet de vérifier l'homogénéité des taxons. Sa construction est basée sur la base des distances euclidiennes calculées à partir des coordonnées (scores) sur trois premières dimensions du nuage de points. Toutes ces procédures de calcul sont effectuées à l'aide de PAST 2,08 (HAMMER *et al.* 2001).

II. Répartition géographique et climagrammes des espèces

II.1. Répartition géographique

Pour délimiter la répartition de chaque espèce, nous nous sommes basés sur les travaux de CHOPARD (1943), MAUREL (2008) et les collections du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris. Les cartes limitées vers le Nord-est de l'Algérie ont été établies à l'aide d'Adobe Illustrator CS4.

II.2. Climagrammes des espèces

Notre région d'étude est située au Nord-est algérien appartenant au bassin méditerranéen. Par conséquent, elle appartient au domaine méditerranéen Nord-Africain.

Pour le bassin méditerranéen, le coefficient pluvio-thermique d'EMBERGER (SAUVAGE, 1963) est un indice d'aridité perfectionné par la prise en compte de l'amplitude thermique annuelle. Ce climagramme est particulièrement approprié pour définir les contraintes climatiques sur les organismes terrestres méditerranéens et prendre en compte des moyennes minima (m, en °C), des moyennes maxima (M, en °C), les précipitations annuelles (P, en mm) et Q2, avec $Q2 = 3,43 (P / M-m)$.

EMBERGER a classé toutes les stations météorologiques suivant deux coordonnées : d'une part les valeurs de ce coefficient et d'autre part la moyenne des températures du mois le plus froid. Par conséquent, il montre que le bassin méditerranéen peut être subdivisé en cinq étages bioclimatiques : aride, semi-aride, subhumide, humide et per-humide.

Les données climatiques ont été recueillies auprès des stations météorologiques de chaque région, et concernent des moyennes allant de 1972-1987 pour la région de Sétif , 1987-1992 pour la région de Médéa, 1977-2006 pour la région de Djelfa, 1984-2004 pour les régions d'Oum-ElBouaghi, Skikda et de Constantine. Celles de Batna et Khenchela, les périodes se situent entre 1989 à 2009 et 1999-2009. Le calcul des valeurs précises pour chaque station a été interpolé à partir des données de la ville la plus proche, selon SELTZER (1946). En bref, la température baisse de 0,6°C, et les précipitations annuelles augmentent de 50 mm pour une augmentation de 100 m d'altitude.

II.3. Analyse statistique

Les climagrammes des espèces ont été produits avec le logiciel SYSTAT 7,0 (SPSS, 1997), suivant la méthode utilisée par BENFEKIH *et al.* (2006).

III. Etude de la végétation, régime alimentaire et étude des sensilles au niveau du labre

III.1. Etude de la végétation

Les prélèvements ont été effectués en Mars et Avril 2010. Les plantes ont été récoltées, séchées et conservées dans un herbier de référence, mentionnant la date et la station de récolte. Pour la détermination des espèces végétales, nous avons utilisé la clef de QUEZEL

& SANTA (1962-1963). La nomenclature a été mise à jour avec Tela-Botanica, disponible à l'adresse URL <http://www.tela-botanica.org>.

Les pourcentages des plantes dans chaque station d'étude sont calculés sur le terrain selon la méthode des transects. Le nombre de chaque espèce végétale est compté à vue dans une bande de 100 mètres de long. Le nombre des bandes varie selon la surface des stations (entre 5 et 10), la distance entre les bandes est de 2 m (Fig5). Les valeurs obtenues ont été utilisées pour calculer la richesse totale, indice de Shannon et les pourcentages moyens de Poaceae et Fabaceae par rapport à toute la flore.



Figure 5 : Méthode de transects pour estimer le taux de recouvrement de chaque plante.

III.2. Etude du régime alimentaire

Pour l'étude du régime alimentaire, nous avons utilisé la méthode de l'examen des contenus des fèces, qui consiste à comparer les fragments d'épidermes des plantes ingérées par l'insecte avec ceux d'une collection de référence préparés à partir des espèces végétales existantes dans son biotope.

La détermination du régime alimentaire par la méthode de l'analyse microscopique du contenu des fèces est la plus objective par rapport aux observations directes sur le terrain. De

même, elle ne perturbe pas l'équilibre démographique des populations (LAUNOIS 1976, UVAROV 1977 in BENHALIMA 1983 et BUTET 1985).

L'analyse de ces régimes est facilitée par la détermination aisée des fragments d'épidermes contenus dans le tube digestif ou dans les fèces (MUIKERN et ANDERSON, 1959, GANGWERE 1961, CHAPMAN 1964, GUEGEN *et al* 1975, LAUNOIS LUONG 1976 a). Toutefois, de nombreuses études se restreignent à l'observation des comportements sur le terrain ou au laboratoire. Cette technique repose sur trois parties successives : la préparation de l'épidermothèque de référence, le prélèvement des fèces et enfin l'analyse des fèces recueillies.

III.2.1. La préparation de l'épidermothèque de référence

Les épidermothèques de référence sont réalisées à partir des espèces végétales dont dispose l'acridien dans son biotope naturel. Elles sont préparées selon une technique classique mise au point par plusieurs chercheurs (PRAT, 1932, GUOT, 1966, KARA, 1996 in OULD EL HADJ, 2004). Elle consiste à tremper le végétal dans l'eau s'il est à l'état sec pendant vingt-quatre heures. Avec une lame, on gratte délicatement l'épiderme des tissus sous-jacents des différents organes de la partie aérienne. Les épidermes sont ensuite macérés dans de l'eau de Javel à 12%. Après éclaircissement on observe nettement les proies cellulaires.

Après rinçage à l'eau distillée, les épidermes sont soumis à des bains d'alcool à concentrations progressives (70, 80 et 96%). Enfin, ils sont placés entre les lames et lamelles dans du baume du Canada et observés au microscope optique pour l'identification de l'espèce végétale. Pour éviter la formation des bulles d'air, la lame est placée sur une plaque chauffante jusqu'à ébullition. Chaque échantillon porte le nom de l'espèce végétale ainsi que la date et le lieu de récolte.

III.2.2. Technique de prélèvement des fèces

Les criquets capturés sont placés individuellement dans des boîtes ou dans des sachets portant une étiquette sur laquelle nous mentionnons le nom de l'espèce d'orthoptère, la date et le lieu de capture.

Selon LAUNOIS (1976), une à deux heures sont suffisantes pour le jeûne. Par contre BENHALIMA (1984) note que la réplétion du jabot est maximale l'après-midi. Par conséquent, la durée de transit est de huit heures environ.

Dans le présent travail, nous avons récupéré les fèces, vingt-quatre heures après la capture. Chaque échantillon porte également la date de capture, le lieu et le nom de l'espèce.

III.2.3. Méthode de traitement et d'analyse des fèces

Dans un premier temps, nous avons procédé à un ramollissement des fèces pendant vingt-quatre heures dans l'eau, selon la technique de LAUNOIS-LUNG (1975).

Ensuite les fragments d'épidermes sont homogénéisés durant quelques secondes à une minute dans l'hypochlorite de sodium subissant ainsi une décoloration sans destruction apparente des épidermes. La suite des opérations est identique à celles utilisées pour les épidermes végétaux. Des indications, à savoir la date, le lieu de capture, le sexe et le non de l'espèce de chaque individu sont mentionnées. Enfin, nous procédons à des observations microscopiques.

La détermination des fragments végétaux est basée sur plusieurs critères : la forme et la taille des cellules, les stomates, la présence et l'absence des poils, les types de parois et la présence de cristaux.

III.2.4. Fréquence relative des espèces végétales dans les fèces

OBRIEL et HOLISOVA cité par TARAI (1991) définissent « la relative occurency » c'est-à-dire la fréquence d'occurrence comme étant l'apparition d'un fragment végétal donné dans les échantillons. Selon BUTET (1985) le principe consiste à noter la présence ou l'absence des végétaux dans les fèces. Elle s'exprime comme suit : $F = n_i / N$.

F(i) : Fréquence relative des épidermes végétaux dans les fèces exprimée en pourcentage.

n_i : Nombre de fois où les fragments du végétale i sont observés dans les fèces.

N : le nombre total des fèces examinées.

III.3. Etude des sensilles au niveau du labre

Pour l'étude des sensilles au niveau du labre, nous avons utilisé la technique mise au point par ELGHADRAOUI(2003). Elle consiste à découper le labre de l'acridien, sous la loupe binoculaire, à l'aide d'une pince et un cutter ou des ciseaux fins. Ensuite, le labre est trempé dans de la potasse diluée dans l'eau distillée à 50% pendant une durée qui varie de une à six heures en fonction de la taille du labre pour bien éclaircir les tissus.

Après rinçage de l'échantillon à l'eau distillée pendant 15 mn, celui-ci est placé entre lame et lamelle dans une goutte de glycérine gélatinée qui sert de fixation et de conservation. Après séchage naturel, la glycérine gélatinée se solidifie fixant alors la préparation. Ainsi, le labre est parfaitement conservé.

Des observations du labre sont réalisées au microscope optique à différents grossissements. Après localisation et différenciation des plages, nous avons procédé à un comptage des sensilles.

Il existe quatre groupes principaux de sensilles (chimiorécepteurs) sur la face épipharyngienne du labre, définis par THOMAS (1996) et ELGHADRAOUI (2003). Les sensilles de type A1 sont situées dans la partie inférieure du labre, les A2 sont caractérisés par leur position dans la partie centrale, les A3 sont insérées sur le bord distal du labre et les sensilles de type A10 dans la partie transversale au niveau intermédiaire entre les deux groupes A1 et A2 (Fig6).

La longueur du labre a été mesurée et les différents types de sensilles (A1, A2, A3, A10) sont comptés. La position droite ou gauche de chaque groupe de sensilles est notée.

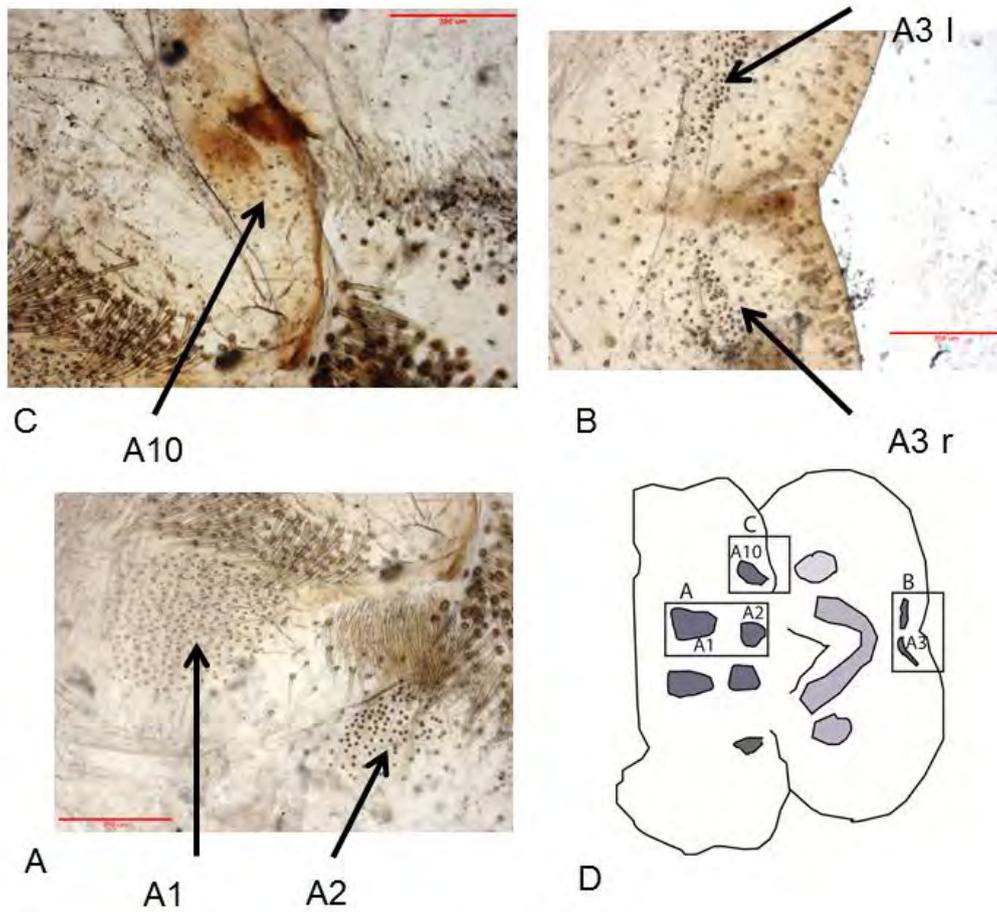


Figure 6 : Labre de l'espèce *Paracinipe saharae* femelle montrant la répartition des différents groupes des sensilles (A1, A2, A3 et A10). Les photos ont été prises à l'aide d'un microscope (Leica DNI6000B microsystemes). Échelle rouge= 350μm.

III.4. Analyse statistique

Les valeurs des fréquences obtenues ont été utilisées pour calculer la richesse totale, l'indice de Shannon, et les pourcentages moyens de Poaceae et Fabaceae.

Pour trois sites d'échantillonnage, deux ou plusieurs espèces de criquet ont coexisté. Nous avons comparé la richesse et la diversité de la plante consommée à l'aide d'un test bootstrap mis en œuvre dans PAST 2,14 (HAMMER *et al*, 2001).

La composition des plantes consommées a été comparée entre les espèces collectées dans la même station par une ANOSIM (Analyse de similarité); un test non paramétrique de différence significative basée sur une mesure de similarité (CLARKE, 1993). Ici, l'indice de Bray-Curtis a été sélectionné, et les valeurs de probabilités ont été déduites à partir de 10000 permutations.

Pour comparer le régime alimentaire des espèces différentes, il était nécessaire de tenir compte de la composition de la flore des sites d'échantillonnage. Pour chaque station, nous avons calculé les différences entre la richesse, la diversité, les pourcentages des Poaceae et Fabaceae entre le site d'échantillonnage et dans les fèces. Une différence positive pour les Poaceae par exemple des moyens que cette famille est préférentiellement consommé, tandis qu'un écart négatif correspond à une consommation éviter.

Ces différences ont été traitées par une Analyse en Composantes Principales, afin de projeter les espèces de criquet sur un plan structuré par la direction des variables ; en utilisant PAST 2,14 (HAMMER *et al.* 2001). Le regroupement des espèces a été déduit par l'analyse de Cluster en utilisant le coefficient de Pearson à titre de mesure de la distance. Chaque groupe correspond à un type de régime alimentaire particulier. La robustesse des associations de branches a été estimée à partir d'une méthode de rééchantillonnage (bootstrap) avec 1000 répétitions.

Pour tester si un insecte consomme des espèces végétales en fonction de leur abondance ou fait un choix vers les plantes préférées ou évitées, nous avons effectué des tests de corrélation de Spearman en utilisant les valeurs enregistrées dans les sites et dans le contenu des fèces, en utilisant toujours PAST 2.14. (HAMMER *et al.*, 2001).

Pour la comparaison de nombre des sensilles entre les espèces, nous avons supprimé l'effet de la taille du labre par une méthode de régression (ELGHADRAOUI *et al.*, 2003). La droite de régression entre le nombre des sensilles A1 (par exemple) et la largeur du labre a été utilisée pour calculer les résidus entre les nombres observés et prévus des sensilles A1, selon la largeur correspondante. Les analyses de régression ont été réalisées avec Microsoft Excel™.

Enfin, pour évaluer la relation entre le répertoire des sensilles et le type du régime alimentaire, nous avons réalisé une analyse de la variance (ANOVAs) avec SYSTAT 7.0 (SPSS Inc.1997) considérés les résidus des sensilles en tant que variables et le type de régime alimentaire en tant que groupes.

RESULTATS OBTENUS

CHAPITRE III. RESULTATS OBTENUS

I. Inventaire, systématique et analyse morphométrique des Pamphagidae

I.1. Inventaire

L'inventaire de la famille des Pamphagidae totalise seize (16) espèces acridiennes. Elles sont réparties en 3 sous-familles : Orchaminae, Prionotropicinae et Pamphaginae.

Les principales espèces appartiennent à la sous-famille des Pamphaginae avec cinq genres soit 81%. Le genre *Pamphagus* compte six représentants. La sous-famille des Prionotropicinae regroupe un seul genre avec deux espèces soit 13% et la sous-famille des Orchaminae présente 6% avec une seule espèce appartient au genre *Acinipe*. Les résultats sur l'inventaire des espèces acridiennes sont mentionnés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Classification et inventaire des espèces acridiennes de la famille des Pamphagidae.

Sous-famille	Genre	Espèce
Prionotropicinae	<i>Tmethis</i>	<i>Tmethis cisti cisti</i> (Fabricius, 1787)
		<i>Tmethis pulchripennis algerica</i> Saussure, 1888
Pamphaginae	<i>Ocneridia</i>	<i>Ocneridia volxemii</i> (Bolivar, 1878)
		<i>Ocneridia nigropunctata</i> (Lucas, 1849)
		<i>Ocneridia microptera</i> (Brisout, 1851)
	<i>Paraeuryaryphes</i>	<i>Paraeuryaryphes quadridentatus</i> (Brisout, 1852)
	<i>Euryaryphes</i>	<i>Euryaryphes sitifensis</i> (Brisout, 1854)
	<i>Pamphagus</i>	<i>Pamphagus elephas</i> (Linné, 1758)
		<i>Pamphagus marmoratus</i> Burmeister, 1838
		<i>Pamphagus cristatus</i> Descamps&Mounassif, 1972
		<i>Pamphagus auresianus</i> Massa, 1992
		<i>Pamphagus batnensis</i> Benkenana& Petit, 2011
		<i>Pamphagus djelfensis</i> Vosseler, 1902
	<i>Paracinipe</i>	<i>Paracinipe saharae</i> (Pictet& Saussure, 1893)
<i>Paracinipe sulphuripes</i> (Uvarov, 1942)		
Orchaminae	<i>Acinipe</i>	<i>Acinipe calabra</i> (Costa, 1836)
Total	03	07
		16

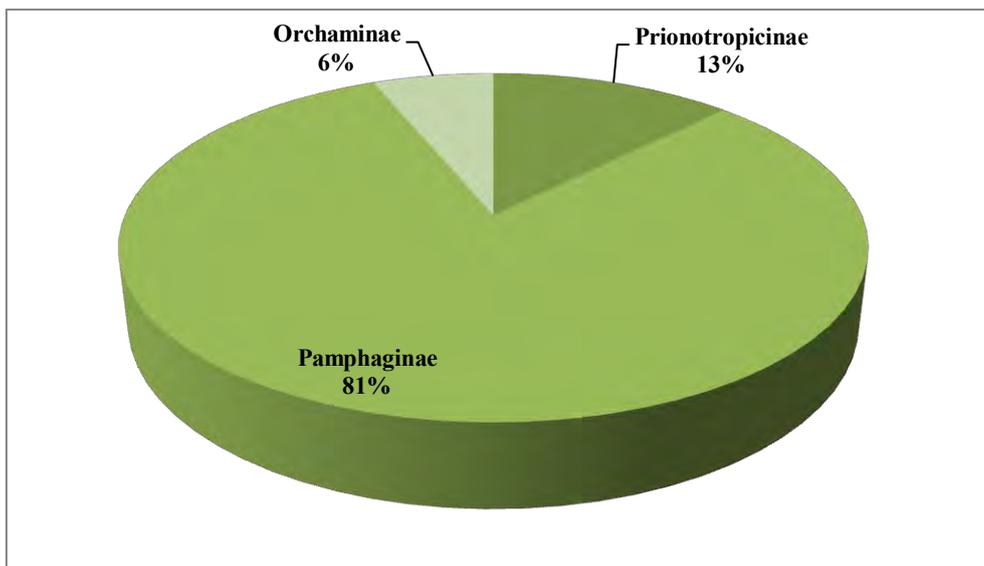


Figure 7 : Pourcentages des sous-familles recensées

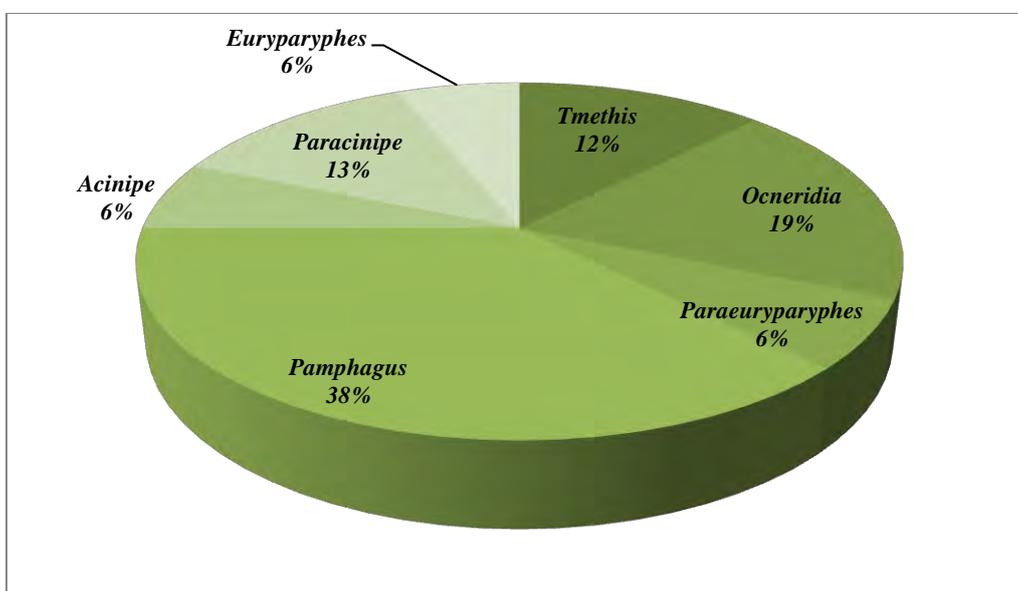


Figure 8 : Pourcentages des genres recensés

I.2. Analyse systématique et morphométrique

I.2.1. Description des genitalia mâles

***Tmethis cisti cisti* (Fabricius, 1787)** : la partie antérieure de l'endophalle est longue par rapport à la partie postérieure. La fracture des sclérites endophalliques est donc en position médiane. La partie postérieure de l'endophalle laisse apparaître le sac spermatophore entre les sclérites arrondis. Le processus postéro-médian de l'épiphalle est bilobé. Il est échancré en deux grandes plaques d'échinulations sous les ancorae (Fig 9).

***Tmethis pulchripennis algerica* Saussure, 1888** : Semblable à l'espèce précédente. Le processus postéro-médian de l'épiphalle profondément échancré, deux grandes plaques d'échinulation sous les ancorae (Fig10).

***Ocneridia volxemii* (Bolivar, 1878)** : l'épiphalle, généralement utilisé dans la détermination spécifique, n'est pas toujours d'une grande aide dans le diagnostic, en particulier pour certaines espèces comme les espèces du genre *Ocneridia* (Figs11 ,12 et 13).

***Pamphagus elephas* (Linné, 1758)** : L'épiphalle est large en forme de bouclier peu sclérifié. Les ancorae sont petites et digitiformes. Deux groupes systématiques de forts denticules ornent la face dorsale. Ces derniers jouent probablement un rôle d'accrochages pendant l'accouplement. La membrane ectophallique est mince. Le cingulum est très robuste et fortement sclérotinisé. Les apodèmes sont liés par la zygoma en forme de U. Le rami du cingulum est fusionné avec la membrane ectophallique (Fig14).

P. elephas se distingue facilement de *P. marmoratus* par la forme générale des genitalia mâles. Elle est légèrement courbée, avec plusieurs épines. Une double rangée de sclérites longues et fortes avec un épaissement latéral et le profil irrégulier.

***Pamphagus marmoratus* Burmeister, 1838** : L'organe génital est légèrement incurvé, avec de nombreuses petites épines au niveau de l'épiphalle. Les sclérites arrangés en désordre sont caractérisés par une dent, vue de côté et de dessous avec un profil très irrégulier (Fig 15).

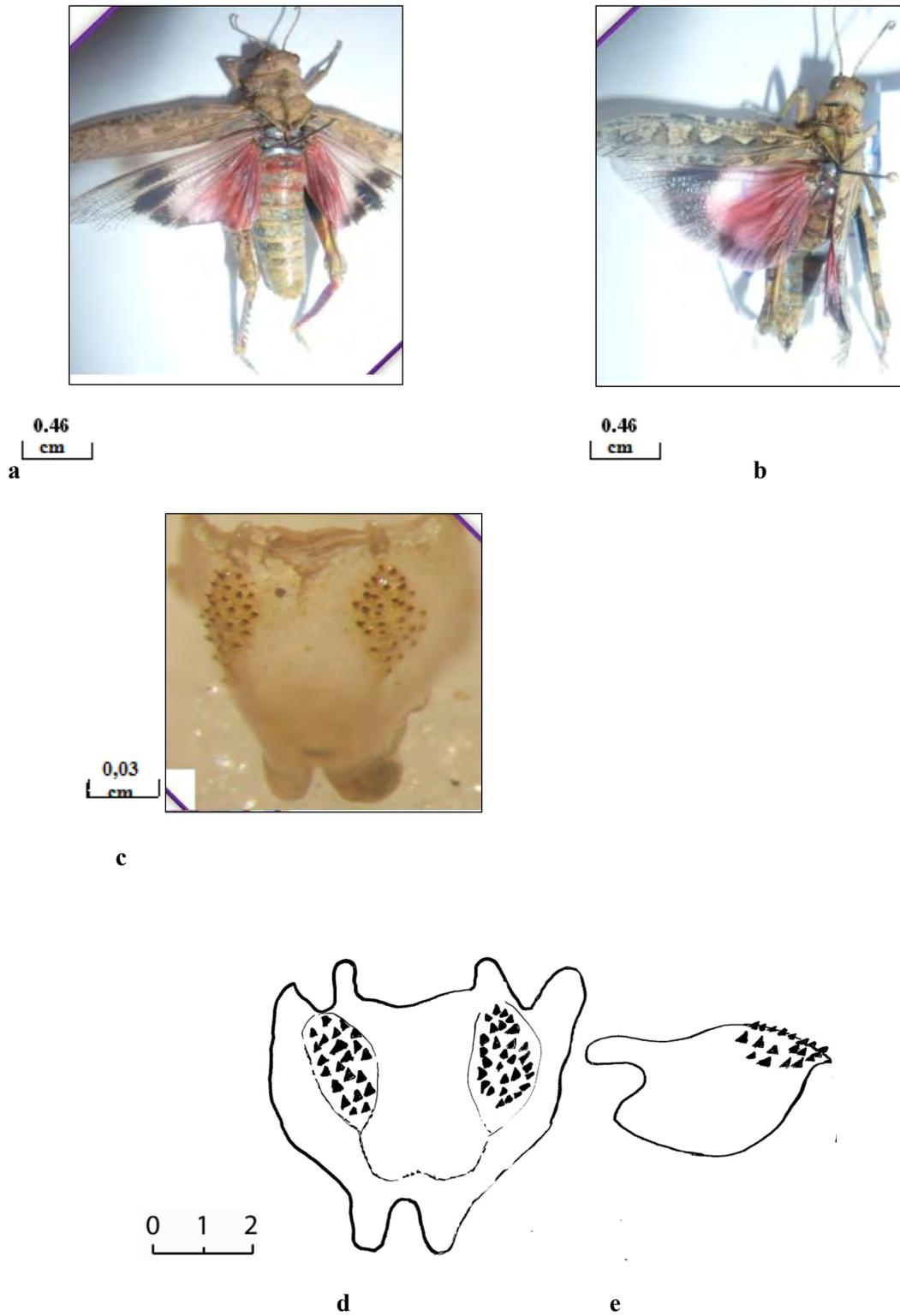


Figure 9 : *Tmethis cisti cisti*. **a:** femelle, **b:** mâle, **c et d:** Epiphalle en vue dorsale, **e :** Epiphalle en vue latérale.



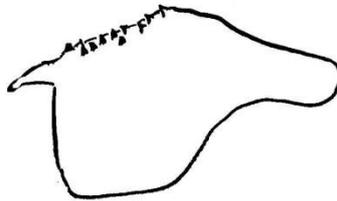
0.61
cm

a

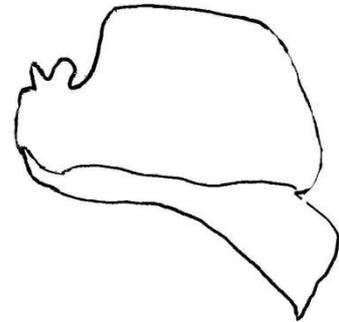


0 1 2

b



c



d

Figure10: *Tmethis pulchripennis*. **a:** mâle, **b:** Epiphalle en vue dorsale, **c:** Epiphalle en vue latérale et **d:** Complexe phallique sans épiphalle en vue latérale.



a



b



0.46
cm

c

Figure 11(a) : *Ocneridia volxemii*. **a :** mâle et femelle en accouplement vus de dessus, **b et c :** mâle et femelle en accouplement vus de profil.

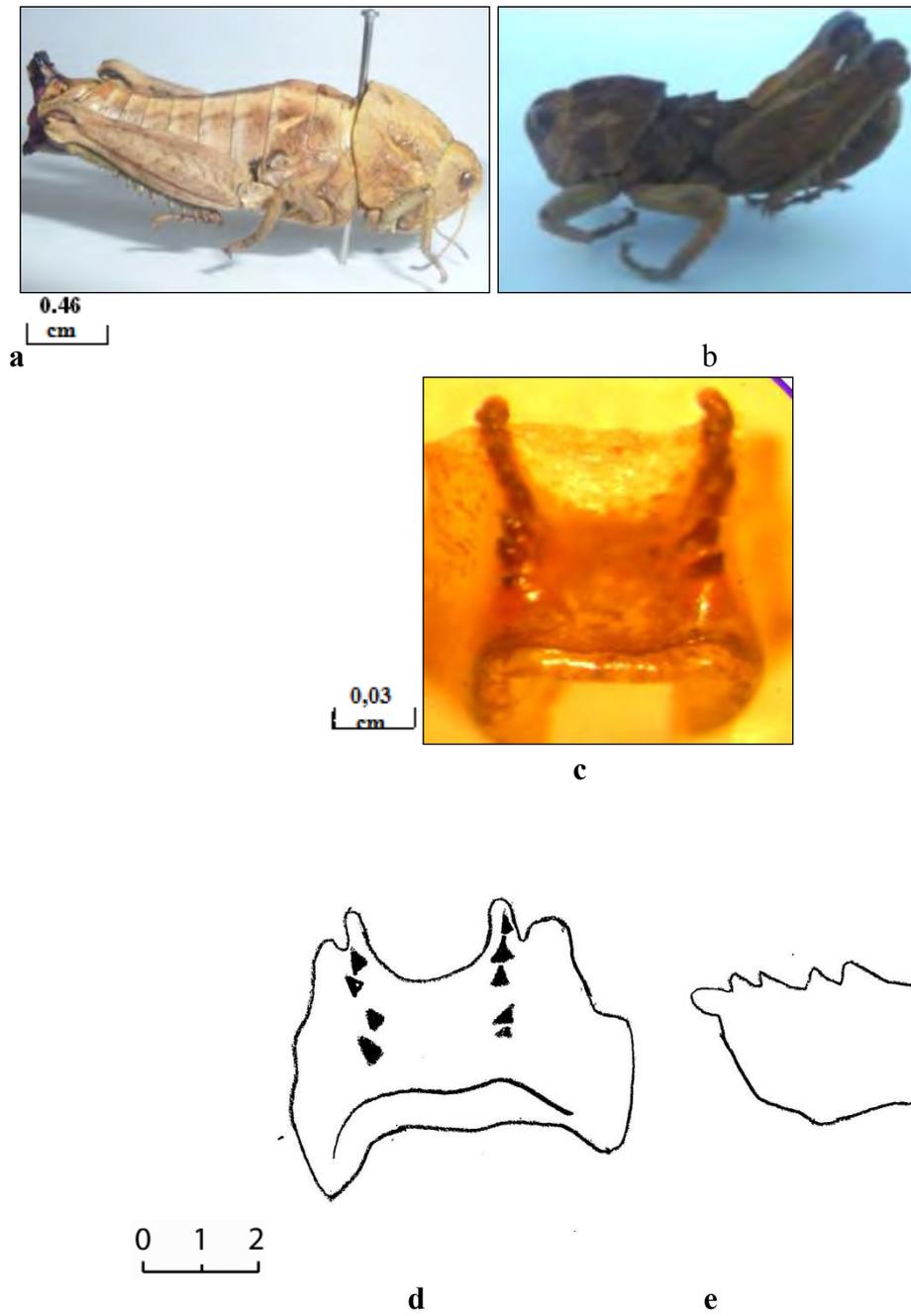


Figure 11(b) : *Ocnieridia volxemii*. **a**: femelle, **b** : mâle, **c** et **d**: Epiphalle en vue dorsale, **e**: Epiphalle en vue latérale.



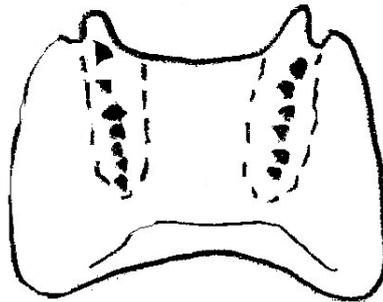
0.46
cm

a



0.46
cm

b



0 1 2

c

Figure 12 : *Ocnieridia microptera* ; a: femelle, b : mâle c: Epiphalle en vue dorsale.



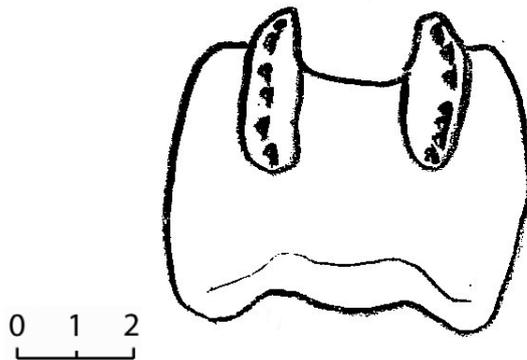
0.46
cm

a



0.46
cm

b



c

Figure 13: *Ochneridia nigropunctata*. **a:** femelle, **b :** mâle, **c:** Epiphalle en vue dorsale.



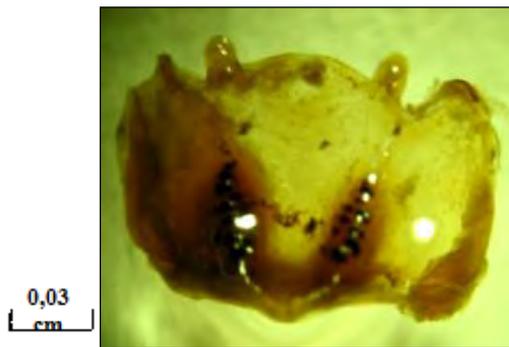
0.61
cm

a



0.61
cm

b



0,03
cm

c

Figure14: *Pamphagus elephas*. a: femelle, b : mâle, c et d: Epiphalle en vue dorsale.



0,61
cm

a



0,61
cm

b



0,03
cm

c



0,03
cm

d

Figure 15 : *Pamphagus marmoratus*. a: femelle, b: mâle, c: Epiphalle en vue dorsale et d: Complexe phallique sans épiphalle.

***Pamphagus cristatus* Descamps&Mounassif, 1972** : L'organe génital est large. L'épiphalle avec un à trois grandes épines. Les sclérites avec une paire de crêtes secondaires plus ou moins évidente, plutôt élargi à l'apex (Fig 16).

***Pamphagus djelfensis* Vosseler, 1902** : L'organe génital est moins robuste et incurvé. L'épiphalle contient de petites épines disposées de manière désordonnée. Les sclérites en croix sont moins trapues et se terminent par une pointe ; en vue de dessus, ils sont moins carré (Figs 17 et 24 G et J).

***Euryparyphes sitifensis* (Brisout, 1854)** : l'épiphalle d'*euryparyphes* est trapu, sub-quadrangulaire avec des lophi ellipsoïdes et larges ornés de deux groupes de petites épines de chaque côté (Fig 18).

***Paracinipe saharæ* (Pictet& Saussure, 1893)** : Le processus postéro-médian de l'épiphalle est bilobé, plaques d'échinulation limitées au disque de l'épiphalle (Figs 19, 24 A, B et C).

***Paracinipe sulphuripes* (Uvarov, 1942)** : Le processus postéro-médian de l'épiphalle est bilobé. Les plaques d'échinulation sont limitées au disque de l'épiphalle. Cette espèce reste encore mal connue, nous avons effectué des mesures morphométriques (la longueur et la hauteur du fémur postérieur, le pronotum, (partie dorsale du thorax), la tête et la longueur de l'abdomen et la hauteur de la valve du complexe phalique) pour faire une analyse comparative avec l'espèce *Paracinipe saharæ* (Annexe 1). Le complexe phallique de cette espèce est plus petit (Figs 20 et 24 D, E et F).



0.61
cm

a



0.61
cm

b



0,03
cm

c

Figure 16 : *Pamphagus cristatus*. a: femelle, b : mâle, c: Epiphalle en vue dorsale.



0.61
cm

a



0.61
cm

b



0,03
cm

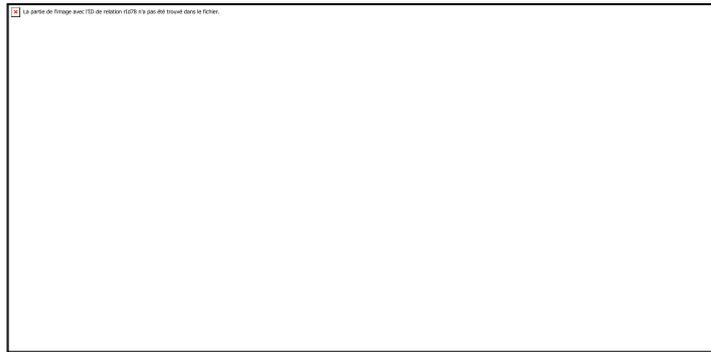
c

Figure 17 : *Pamphagus djelfensis*. a: femelle, b: mâle, c: Epiphalle en vue dorsale.



0.61
cm

a



0.61
cm

b

Figure 18: *Pamphagus batnensis*. a: femelle, b: mâle.



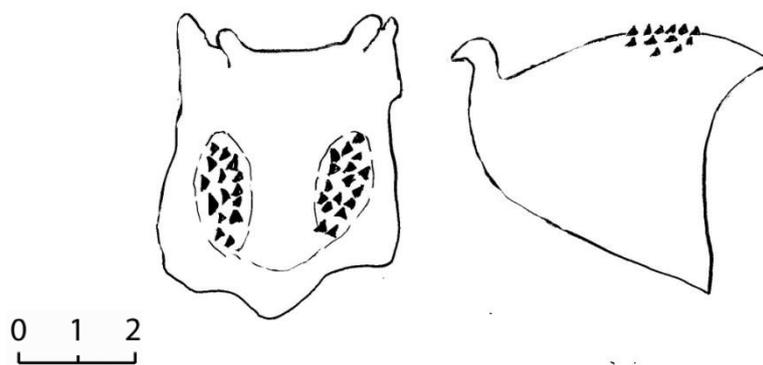
0.46
cm

a

b



c



d

e

Figure 19: *Euryparryphes sitifensis*. a: femelle, b: mâle, c et d: Epiphalle en vue dorsale, e : Epiphalle en vue latérale.

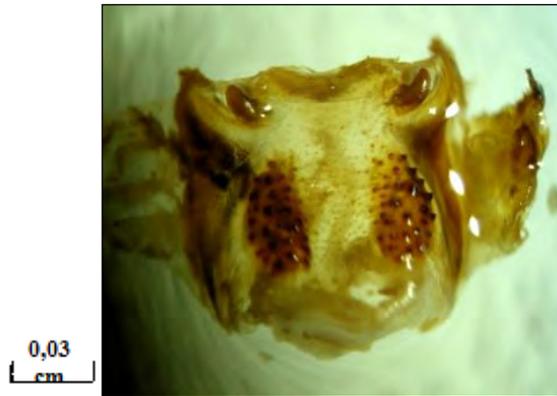


Figure 20: *Paraeuryptyphes quadridentatus*. Epiphalle en vue dorsale.



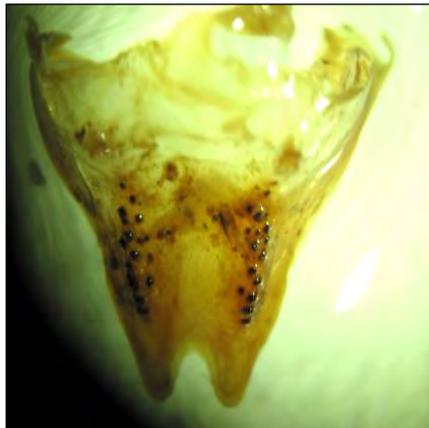
0.61
cm

a



0.61
cm

b



0,03
cm

c

Figure 21: *Paracinipe saharae*. a: femelle, b: mâle, c: Epiphalle en vue dorsale.



0.61
cm

Figure 22 : *Paracinipe sulphuripes* mâle.



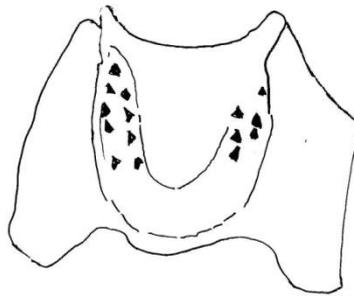
0.61
cm

a



0,03
cm

b



0 1 2

c

Figure 23 : *Acinipe calabra*. a: femelle, b et c: Epiphalle en vue dorsale.

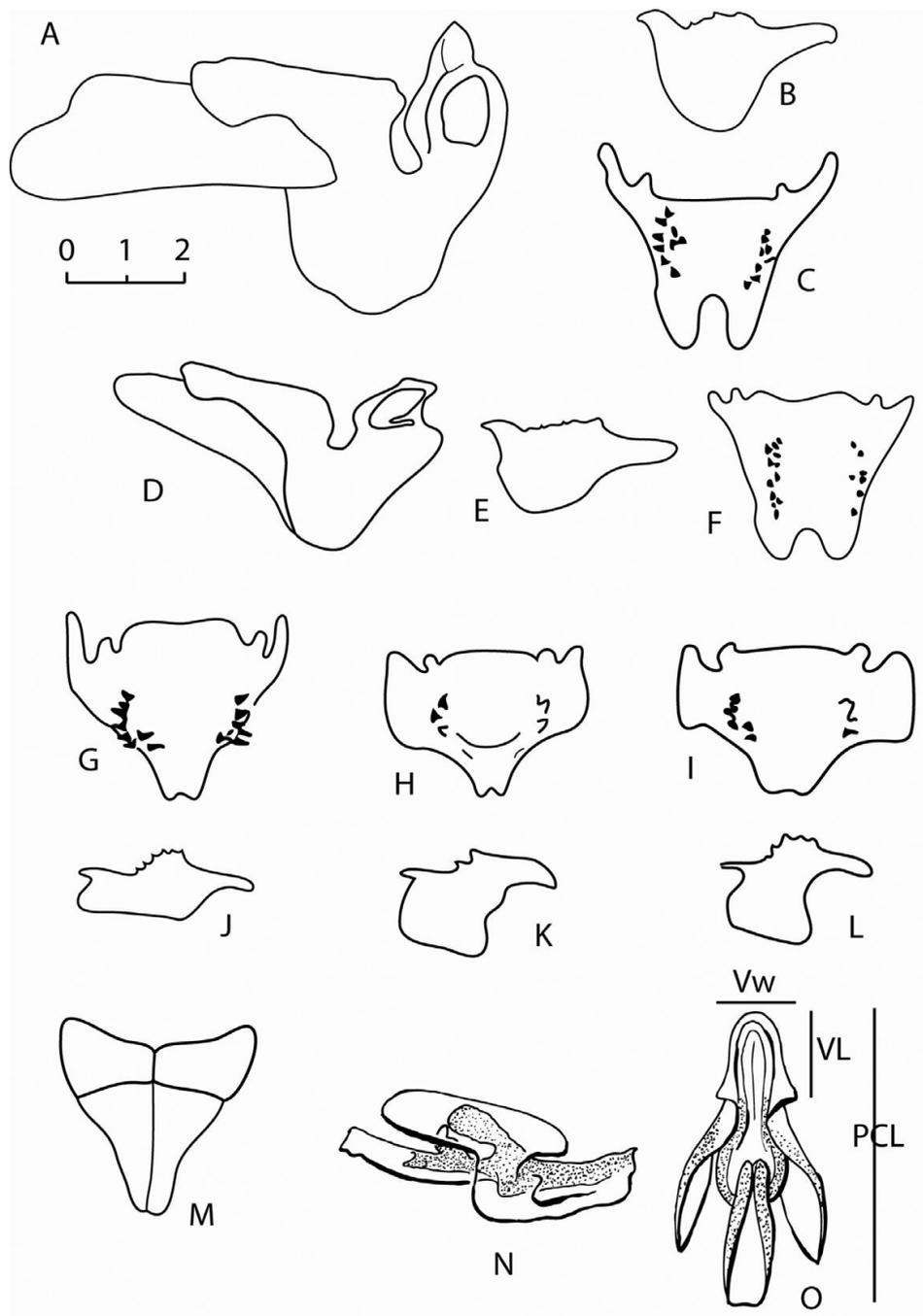


Figure 24 : Les organes génitaux de *Paracinipe* du groupe *saharae* et du complexe *Pamphagus djelfensis*. **A, B et C :** les organes génitaux de *P.saharae*; **A :** complexe phallique en vue latérale; **B :** épiphalle en vue latérale; **C :** épiphalle. **D, E et F :** les organes génitaux de *P. sulphuripes*; **D :** complexe phallique en vue latérale, **E :** épiphalle en vue latérale; **F :** épiphalle; **G et J :** *P.djelfensis*, **H, K, M,N et O :** *P.batnensis* ; **I et L :** *P. auresianus*; **G, H et I :** épiphalle; **J, K et L :** épiphalle en vue latérale; **M :** valves ventrale des femelles; **N :** profil latéral du complexe phallique, épiphalle enlevé (paratype 21K conservés à l'Université de Limoges); **O :** profil ventral du complexe phallique (paratype 21K conservés à l'Université de Limoges). L'échelle est identique pour tous les dessins. **VW :** la largeur de la valve; **VL :** longueur de la valve; **PCL :** complexe phallique.

I.2.2. Etude descriptive des principales espèces

1.2.2.1 *Ocneridia volxemii* et *Ocneridia longicornis*

La coloration du corps de cette espèce est brun ou verdâtre tachetée de brun blanchâtre. L'occiput présente quelques rides longitudinales derrière les yeux. Elle est caractérisée par des carènes latérales fortes au niveau du vertex, un peu ondulées. La carène médiane est effacée en avant. Les antennes sont grêles, filiformes de 16 articles. Le pronotum est un peu rugueux, l'abdomen est lisse, souvent orné une bande médiane brune. Cette dernière est carénée au milieu chez la femelle. Chaque tergite est denté au bord postérieur chez le mâle. L'élytre est entièrement caché sous le pronotum chez le mâle. Elle est absente chez la femelle. La taille varie entre 16-18 mm chez les mâles et 27- 34 mm chez les femelles. C'est une espèce très commune sur les hauts plateaux. Elle coexiste avec *D. maroccanus*.

Les mensurations morphométriques d'*O.volxemii* et *O.longicornis* sont mentionnées dans le tableau (Annexe 2), et analysés à l'aide de PAST 2,08 (HAMMER *et al.* 2001) (Fig 25).

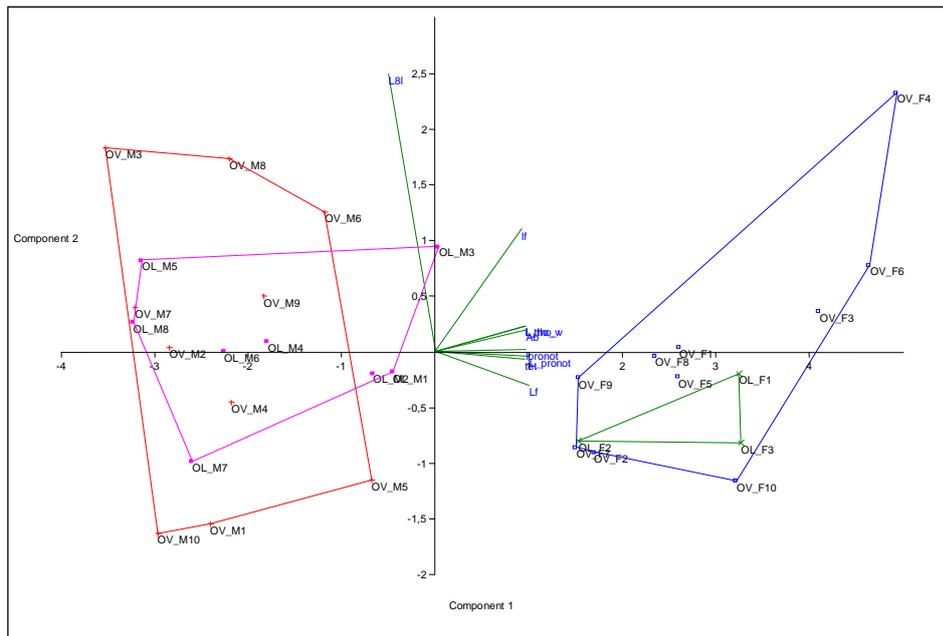


Figure 25 : Analyse en composantes principales (ACP) pour les mesures morphométriques d'*O.volxemii* et *O.longicornis*. OV_M : *O. volxemii* mâle ; OV_F : *O. volxemii* femelle ; OL_M : *O. longicornis* mâle ; OL_F : *O. longicornis* femelle.

Selon les mensurations et l'analyse en composantes principales, on observe que chaque échantillon est projeté sur le même plan. Chaque groupe des points correspond à un taxon particulier si les collections de points sont bien regroupées. Ici les points ne composent pas des groupes différents. Les mâles d'*O.volxemii* et *O.longicornis* sont dans le même groupe. Ceci est valable également pour les femelles. Par conséquent *Ocneridia volxemii* et *O.longicornis* représentent une seule espèce.

I.2.2.1 Description de *Pamphagus batnensis* Benkenana & Petit, 2011.

Holotype. Mâle. Parc National de Belezma, Batna, 1200 m, 06/03/2010, MNHN-EO-CAELIF592 (Fig.26).

Paratypes. 1 mâle, Parc National de Belezma, Batna, 1200 m, 06/03/2011, MNHN-EO-CAELIF593; 1 femelle, El-Hamma, Khenchela, 1200 m, 15/04/2010, MNHN-EO-CAELIF594 (fig. 4N); 1 mâle, d'ElHamma, Khenchela, 983 m, 15/04/2010, Université Mentouri: 40K (fig. 3H, 3K); une femelle d'El Hamma, Khenchela, 983 m, 15/04/2010, Université Mentouri:41K, 1 mâle, d'El Hamma, Khenchela, 983 m, 04/02/2010, Université de Limoges: 21K; une femelle, d'El-Hamma, Khenchela, 983 m, 02/04/2010, Université de Limoges 22Ko.

Aspect général : Le sommet de la tête a une carène médiane bien marquée, celui de *P. elephas* est effacé. Les carènes du sommet frontal sont fermées en un angle aigu, chez *P. djelfensis*, elles sont moins obtuses chez *P.auresianus*. Le pronotum est moins élevé, comprimé latéralement et interrompue par un sillon transversal au niveau de la quatrième et la cinquième partie distale que chez *P. elephas*. Deux bandes claires sont visibles à la base du pronotum. La médiane est plus grande que la plus ventrale. Chez la femelle, le bord extrême du pronotum est latéralement orné d'une série de quatre à sept taches blanches. Ces dernières sont absentes chez *P. cristatus* et *P. elephas*.

Les tegmina dépassent légèrement le premier tergite abdominal chez le mâle et la femelle avec une bande de lumière sur le bord postérieur. Chez le mâle, les organes de Krauss sont granulés et grossièrement striés. Cette espèce présente la même coloration que *P. djelfensis* et *P. auresianus*.

La largeur de la gaine est plus mince chez *P. batnensis* que chez *P. auresianus* en vue ventrale, et tout à fait similaire à ce qui est observé chez *P. djelfensis*. En vue latérale, le complexe phallique est moins courbé que chez *P. auresianus*, et proche de celui de *P. djelfensis*. Le nombre d'échinules sur l'épiphalle pour *P. batnensis* est inférieur à celui de *P. auresianus* et *P. djelfensis*.

Afin de mieux dégager les différences entre les espèces du complexe *Pamphagus djelfensis*, nous avons entrepris des mesures morphométriques (tableau 4). Le rapport de la longueur et la largeur

du fémur postérieur est plus grand chez *P. auresianus* que chez les deux autres. L'épiphalle est un caractère permettant de distinguer les trois espèces. Ainsi le nombre d'échinules est inférieur chez *P. batnensis* (six à sept) à ceux de *P. auresianus* (neuf à onze) et *P. djelfensis* (douze à quatorze). Les échinules sont disposées de part et d'autre en deux rangées forment un angle plus ouvert chez *P. auresianus* que chez les deux autres espèces. Le rapport entre la largeur et la longueur de la gaine du complexe phallique est plus grand chez *P. auresianus*.

Tableau (4). Morphométrie du complexe *Pamphagus-djelfensis* (mâles). **lfp/hfp**: le rapport de la longueur sur la hauteur du fémur postérieur, **n_épin** : le nombre d'échinules sur l'épiphalle, **angle** : l'angle de divergence entre les deux séries d'échinules, **h** et **l** : la hauteur et longueur de la gaine du complexe phallique.

	<i>P. auresianus</i>	<i>P. batnensis</i>	<i>P. djelfensis</i>
N	13	7	7
Long Fémur p.	22,60 ± 0,94	21,67 ± 0,41	20,50 ± 0,65
Largeur Fp	6,65 ± 0,41	7,33 ± 0,41	6,57 ± 0,35
lfp/hfp	3,36 ± 0,20	2,96 ± 0,18	3,07 ± 0,07
n_épin	10,08 ± 2,93	6,71 ± 1,80	13,14 ± 3,48
angle	98,46 ± 6,89	90,00 ± 8,16	94,29 ± 7,32
h/l	0,29 ± 0,03	0,25 ± 0,04	0,25 ± 0,02
m/l	0,29 ± 0,04	0,30 ± 0,03	0,28 ± 0,03

Pour effectuer une analyse des composantes principales pour les mâles, nous nous sommes basée sur les données morphométriques du tableau 4. Ce travail nous a permis d'apprécier le degré de chevauchement entre les enveloppes.

La première ordination exprime 46% de la variance totale. Les ellipses ont été tracées à partir du dendrogramme établi sur coordonnées des trois premières dimensions, avec la distance euclidienne comme mesure de similarité. Il est apparu que (i) trois groupes d'individus sont bien séparés, qui pourraient correspondre à trois espèces différentes, et que (ii) les organes génitaux et les formes des fémurs postérieur sont les paramètres les plus discriminants (Figs 27 et 28).

Chez *P. auresianus* le rapport de la largeur et de la longueur du fémur postérieur est plus grand, avec un angle élevé entre les séries d'échinules sur la plaque d'épiphalle. Par contre, chez *P. djelfensis* et *P. batnensis* sont distincts par le nombre faible des échinules et des fémurs postérieurs

plus longs chez *P. batnensis* que chez *P. djelfensis*. De même, le rapport de la longueur de la valve sur la longueur des complexes phalliques est plus élevé chez *P. batnensis* que chez *P. djelfensis*. Aussi le ratio de la largeur de la gaine est plus élevé chez *P. auresianus* qu'au niveau des deux autres espèces.

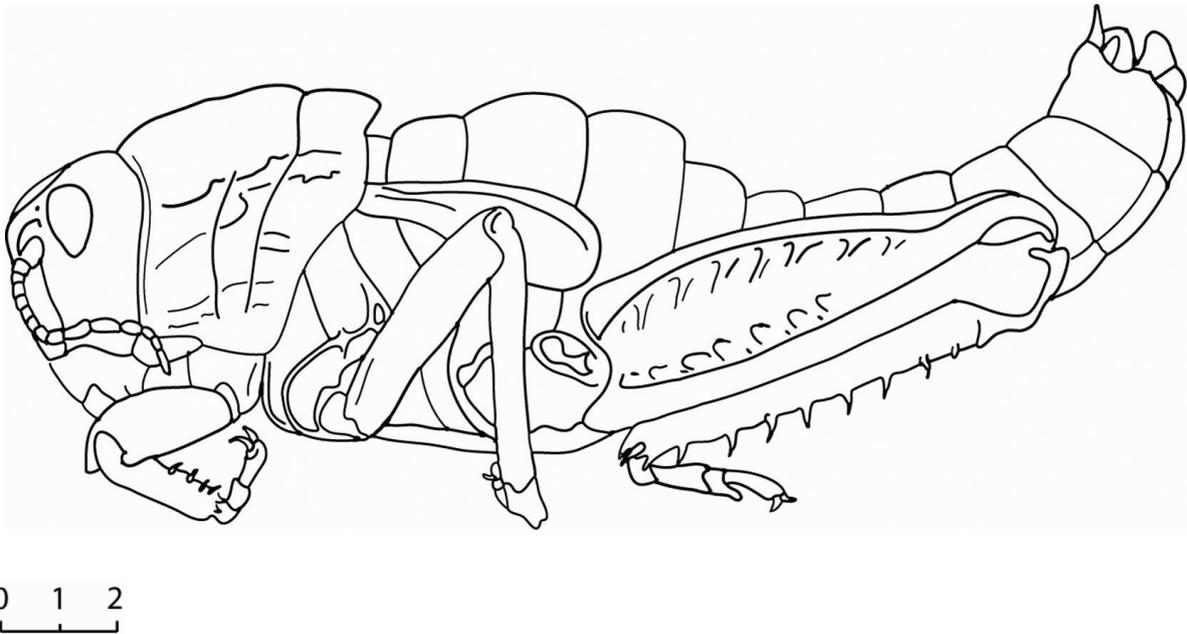


Figure 26 : *Pamphagus batnensis*, holotype mâle, vue latérale.

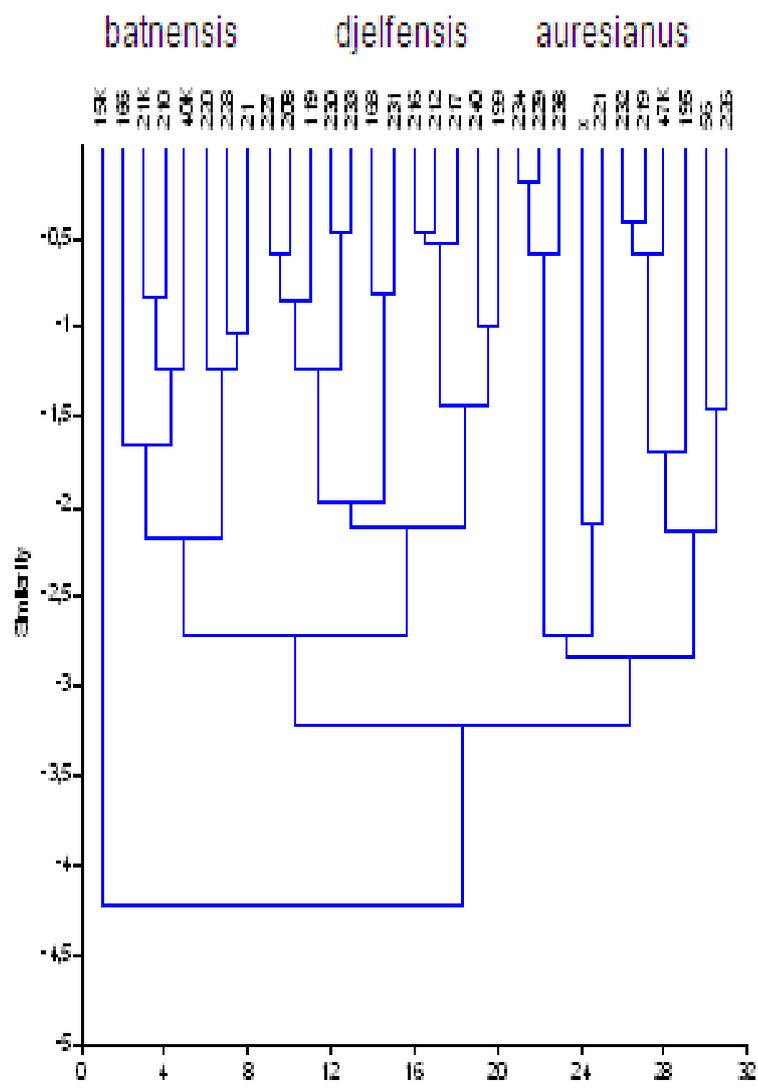


Figure 27: Présentation hiérarchique du complexe *Pamphagus djelfensis*.

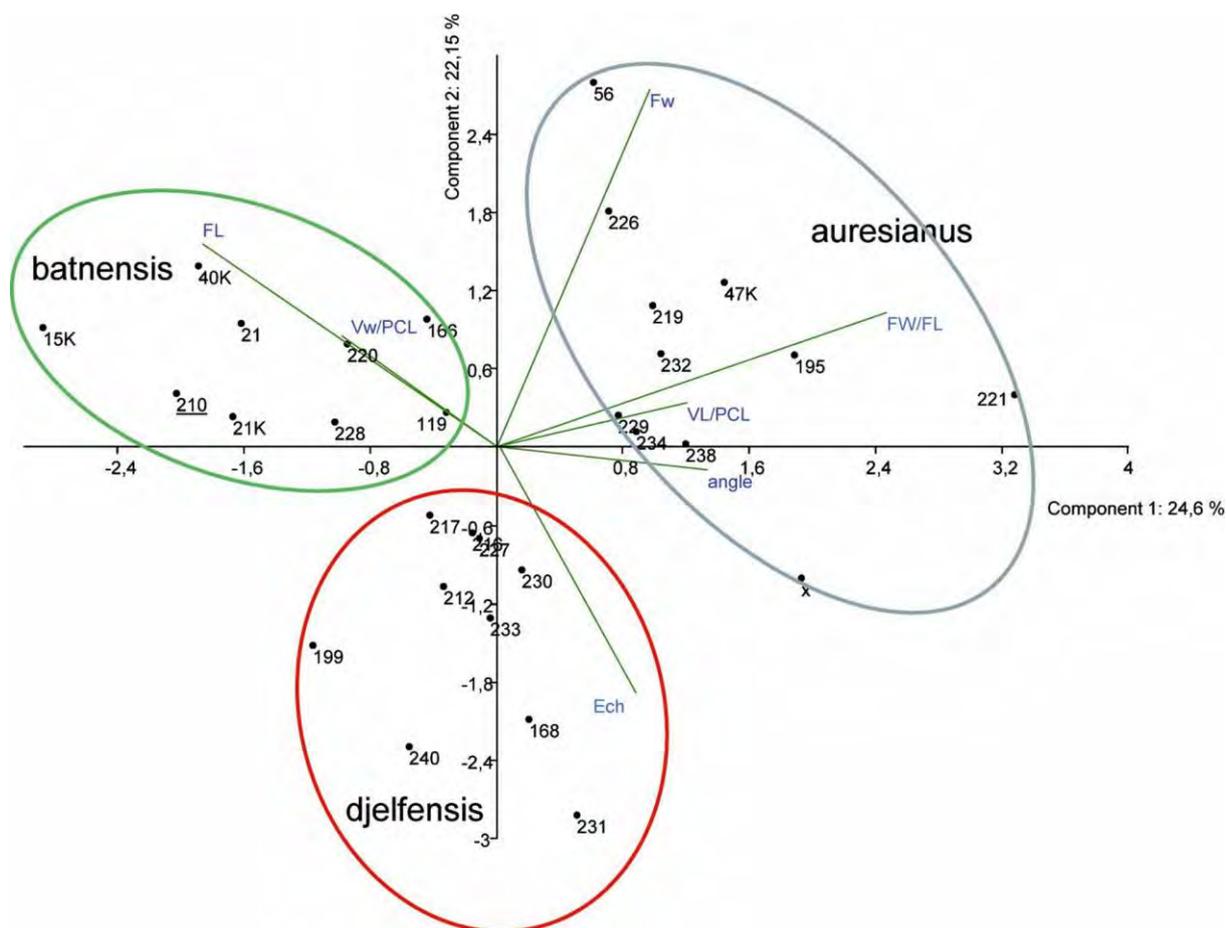


Figure 28: Analyse en composantes principales (ACP) du complexe *Pamphagus djelfensis*.

II. Répartitions géographiques et climagrammes des espèces

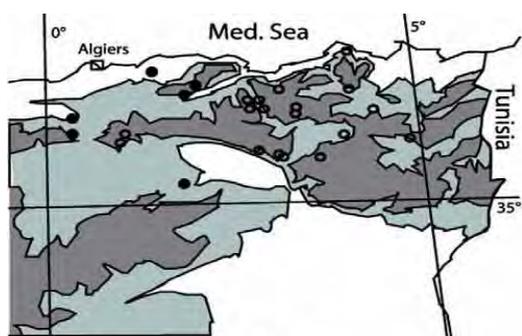
II. 1. Répartition géographique

Nous avons recueilli un total de 691 spécimens répartis en 16 espèces de Pamphagidae, avec trois sous-familles. La sous famille des Pamphaginae comprend cinq genres : *Pamphagus*, *Ocneridia*, *Paracinipe*, *Paraeuryaryphes* et *Euryaryaryphes*. Un seul genre se trouve dans les sous familles Orchaminae et Prionotropisinae. Il s'agit des genres *Acinipe* et *Tmethis* respectivement.

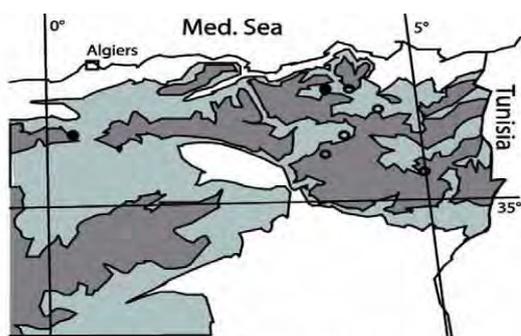
La répartition des espèces acridiennes des Pamphagidae inventoriés dans les stations d'étude sont mentionnées dans le tableau (5), en prennent en considération des travaux des autres auteurs (CHOPARD, 1943, MAUREL, 2008) et les collections du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris. La répartition des espèces des Pamphagidae dans le Nord Est algérien est illustrée par des cartes de répartition (Fig 29).

Tableau (5). Répartition des espèces de la famille des Pamphagidae dans les stations d'étude. **1** : Tidisse, **2** : Elkhroub, **3** : Belezma, **4** : Elhamma, **5** : Babar, **6** : Khirane, **7** : Collo (Cherai), **8** : Ain-Mlila et **9** : Oum-Elbouaghi. **0** : Absent, **1** : Présent.

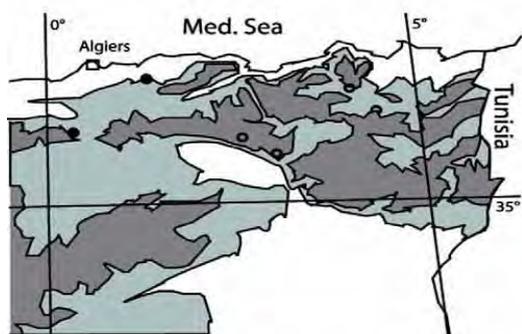
Espèce /Région Station	Constan -tine		Batna	Khenchela			Skik- da	Oum-El- Bouaghi	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Tmethis cisti cisti</i> (Fabricius, 1787)	0	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>Tmethis pulchripennis algerica</i> Saussure, 1888	0	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>Ocneridia volxemii</i> (Bolivar, 1878)	1	1	1	0	0	0	1	1	1
<i>Ocneridia canonica</i> (Fischer, 1853)	1	1	1	1	0	0	0	1	0
<i>Ocneridia microptera</i> (Brisout, 1851)	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paraeuryparyphes quadridentatus</i> (Brisout, 1852)	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Euryparyphes sitifensis</i> (Brisout, 1854)	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Pamphagus elephas</i> (Linné, 1758)	1	1	0	0	0	0	1	1	1
<i>Pamphagus marmoratus</i> Burmeister, 1838	1	1	0	0	0	0	1	1	1
<i>Pamphagus cristatus</i> Descamps & Mounassif, 1972	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Pamphagus auresianus</i> Massa, 1992	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Pamphagus batnensis</i> Benkenana & Petit, 2011	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Pamphagus djelfensis</i> Vosseler, 1902	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Acinipe calabra</i> (Costa, 1836)	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paracinipe saharae</i> (Pictet & Saussure, 1893)	0	0	1	0	1	1	0	0	0
<i>Paracinipe sulphuripes</i> (Uvarov, 1942)	0	0	1	0	0	0	0	0	0



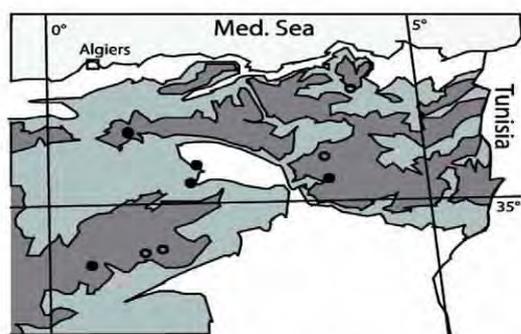
A. *Ocneridia volxemii*



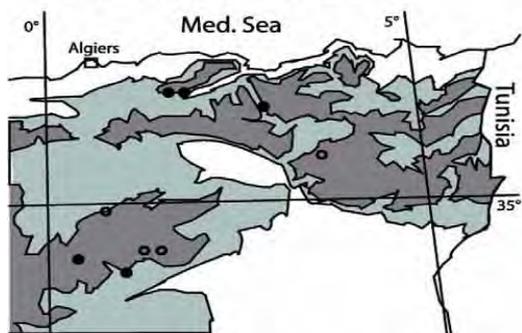
B. *Ocneridia nigropunctata*



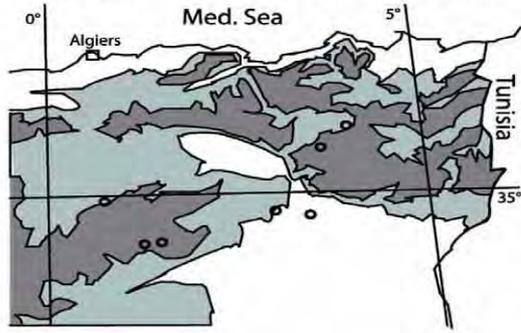
C. *Ocneridia microptera*



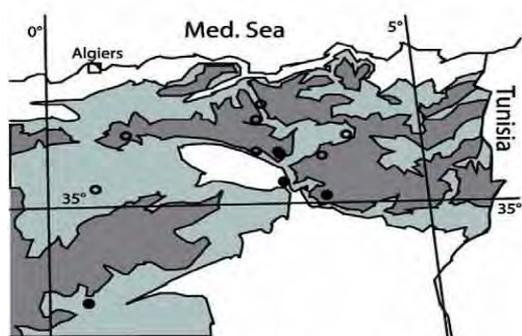
D. *Paraeuryrpyphes quadridentatus*



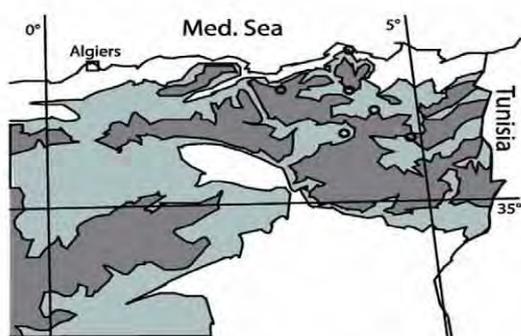
E. *Euryrpyphes sitifiensis*



F. *Tmethis pulchripennis*



G. *Tmethis cisti cisti*



H. *Pamphagus cristatus*

Figure 29(a) : Les cartes de répartition de chaque espèce. Les observations récentes (> 1980) ont été indiquées par un cercle, et les plus anciennes (<1960) par un cercle noir. Les zones situées entre 0 et 500m d'altitude sont en blanc, entre 500 et 1000 m en gris clair, et plus de 1000 m en gris foncé

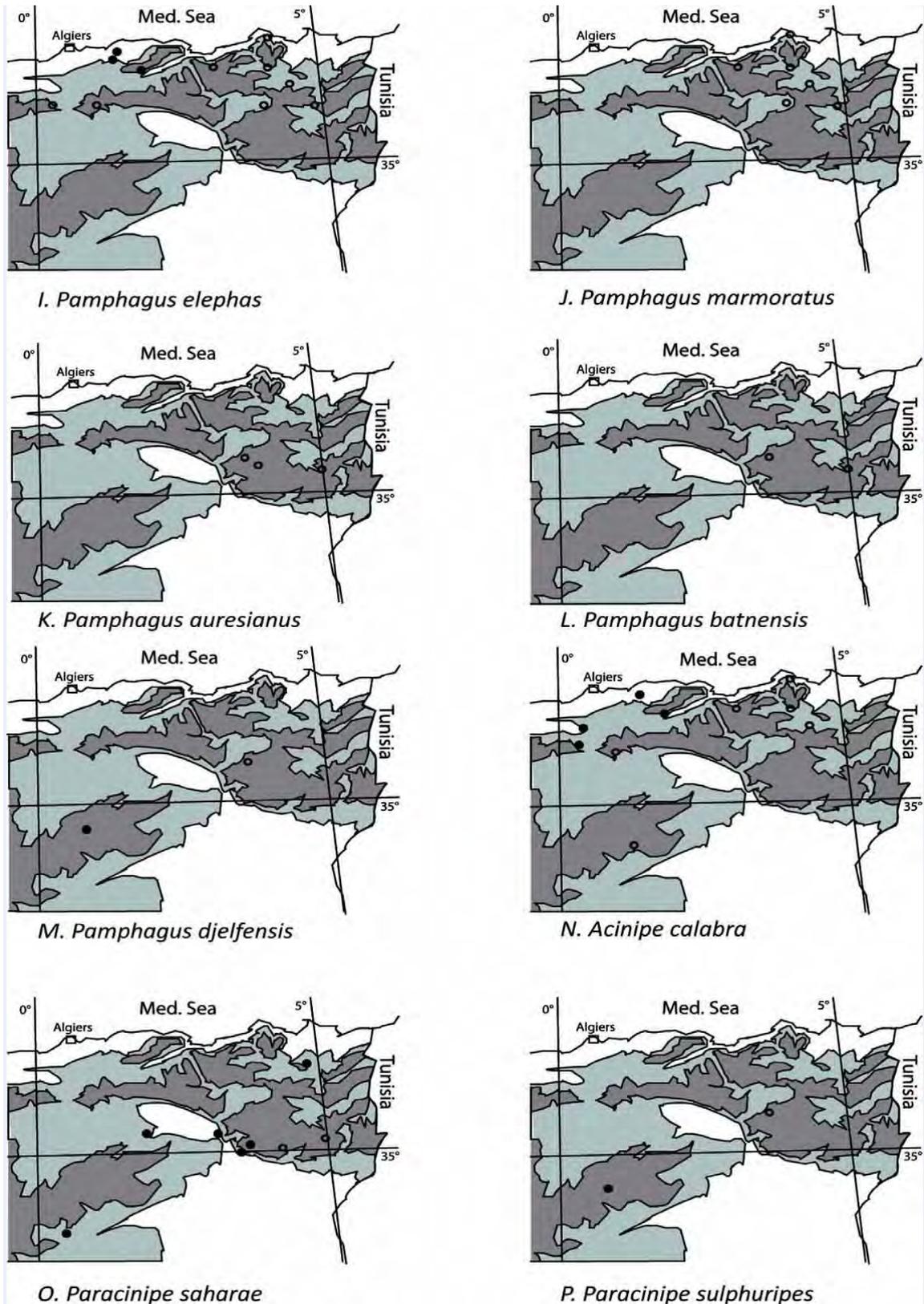


Figure 29(b) : Les cartes de répartition de chaque espèce. Les observations récentes (> 1980) ont été indiquées par un cercle, et les plus anciennes (<1960) par un cercle noir. Les zones situées entre 0 et 500 m altitudes ont en blanc, entre 500 et 1000 m en gris clair, et plus de 1000 m en gris foncé.

II.2. Climagrammes des espèces de la famille des Pamphagidae

Nous avons calculé le coefficient d'Emberger-Sauvage Q2 dans chaque station d'étude (Tableau 6). Pour obtenir maximum de stations d'étude pour établir les climagrammes des espèces, nous avons utilisé également les travaux de recherche de FELLAOUINE (1989) pour la région de Sétif, BENMADANI(2010) pour la région de Djelfa, et BENFEKIH (1993) pour la région de Médéa.

Ocneridia volxemii (Bolivar, 1878). Cette espèce est la plus fréquente. Parmi les trente-trois stations prises en compte, elle est présente dans vingt-quatre stations, avec la gamme la plus large d'altitude, à partir de 43 à 1300 m. Elle semble être absente en dessous du 35^{ème} parallèle (Fig. 29 A), ainsi que les deux espèces suivantes du genre. Cette espèce a été trouvée dans les étages bioclimatiques semi-aride, subhumide et humide, quand m est inférieur à 6°C (Fig. 30 A). Les adultes ont été observés à partir de la deuxième quinzaine du mois d'Avril à la fin de Juin.

Ocneridia nigropunctata (Lucas, 1849). Nous avons trouvé cette espèce dans les régions de Constantine, Batna, Oum-El-Bouaghi et Khenchela, à des altitudes entre 476 et 1200 m (Fig. 29 B). Elle a le même bioclimagramme que cité ci-dessus (Fig. 30B). Nous avons observé les adultes à partir de mi-avril à mi-juin.

Ocneridia microptera (Brisout, 1851). Cette espèce est rare. Nous l'avons trouvée uniquement dans deux stations dans les régions de Constantine et Sétif, entre 476 et 950 m (Fig. 29C). La fréquence de cette espèce culmine dans les étages sub-humide et semi-aride avec m entre 2 et 4°C, et inférieure à 0°C. Cette espèce s'adapte mieux dans les zones arides que les deux espèces citées précédemment (Fig. 30C). Les adultes apparaissent à partir de la deuxième quinzaine du mois de Mai à la première semaine de Juin.

Paraeuryparyphes quadridentatus (Brisout, 1852). Nous avons trouvé cette espèce à Tidisse, près de Constantine, à une altitude de 500 m. L'altitude des autres stations est au-dessus de 1000 m (Fig. 29 D) ; à Belezma, deux stations de Djelfa et El-Benia (région de Médea). Cette espèce est fréquente dans les étages bioclimatiques semi-aride avec m entre 3 et 5°C et subhumide avec m compris entre -1 et -3°C (Fig. 30D). Les adultes étaient observées en Mai.

Euryparyphes sitifensis (Brisout, 1854). Cette espèce est rare. Elle a été localisée à Belezma et dans les trois stations de Djelfa, à des altitudes entre 874 m et 1214 m (Fig. 29E). Contrairement à l'espèce précédente, *E. sitifensis* était surtout présente au niveau des étages semi-arides et arides avec m autour de 0°C (Fig. 30E). Nous avons observé des adultes de la fin du mois d'Avril jusqu'à la mi-mai.

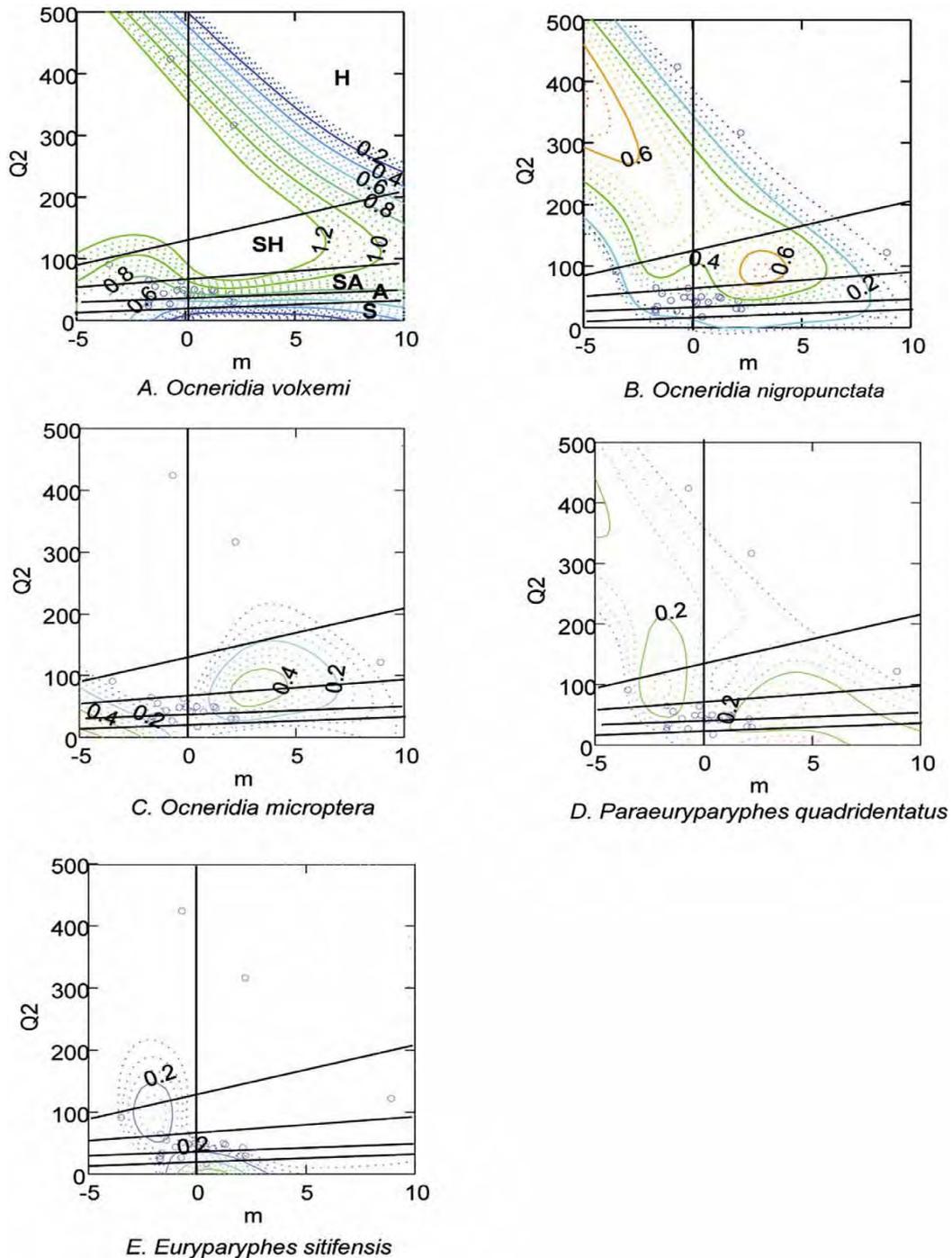


Figure 30a. Climagrammes des espèces. **m** = moyenne des minima de la température du mois le plus froid; $Q2 = 3,43 P / (Mm)$, voir le texte; **S** = étage saharien; **A** = étage aride; **SA** = étage semi-aride; **SH** = subhumide; **H** = étage humide. **A:** *O. volxemi*; **B:** *O. nigropunctata*; **C:** *O. microptera*; **D:** *P. quadridentatus*; **E:** *E. sitifensis*.

Tmethis pulchripennis algerica Saussure, 1888. Les trois stations explorées par BENMADANI (2010) à Djelfa contenaient ce taxon. Dans notre étude, cette espèce a également été trouvée dans le Parc National de Belezma, et Ain-Mlila (Fig. 29F). Les altitudes sont comprises entre 780 et 1214 mètres. Cette espèce a montré les mêmes

contraintes climatiques que la précédente (Fig.30F). Nous avons observé les adultes de cette espèce depuis le mois de Mai jusqu'à mi-juin.

Tmethis cisti cisti (Fabricius, 1787). Cette espèce a été trouvée dans le Parc National de Belezma, et à Ain-Mlila, près de Sebkha, une zone avec une terre salée. Il a été précédemment enregistré dans sept stations sur dix-neuf stations de Sétif (FELLOUINE, 1989) et à El-Benia à Médéa (BENFKIH, 1998) (Fig. 29G). Les altitudes varient de 780 à 1300 m. Cette espèce est présente surtout dans les étages semi-arides et arides où m est inférieur à 0°C (Fig. 30G). La phénologie des adultes était semblable à l'espèce précédente.

Pamphagus cristatus Descamps & Mounassif, 1972. Cette espèce a une distribution restreinte, présente dans la station d'Oum-El-Bouaghi, mais fréquente à Collo (région de Skikda) (Fig.29H). Les altitudes varient entre 43 et 1000 mètres. Cette espèce a besoin de températures hivernales douces, avec m au-dessus de 5°C (Fig. 30H). À Collo, les adultes ont été observés à partir de la fin de Mars à la mi-juin, mais en Mai seulement dans la station d'Oum-El-Bouaghi.

Pamphagus elephas (Linn, 1758). C'est l'espèce la plus fréquente pour le genre, avec sept localités, et la plus large distribution altitudinale, de 43 à 2000 m. Même si les anciennes données sont prises en compte, la distribution est au-dessus du 35^{e} parallèle (Fig. 29I). Elle préfère une végétation plus humide que les autres espèces du genre. Cette espèce a une grande amplitude bioclimatique, de l'étage humide avec m inférieur à 0°C , jusqu'au semi-aride avec m au-dessus de 6°C (Fig. 30 I). À Collo et Oum-El-Bouaghi, les adultes ont été vus en Mai.

Pamphagus marmoratus Burmeister, 1838. Cette espèce montre presque la même distribution que *P. elephas*, et la même amplitude altitudinale (Fig. 29J). En conséquence, nous avons observé le même bioclimagramme que *P. elephas*. Les adultes ont été observés en Mai, à Collo, Aïn-Mlila et Oum-El-Bouaghi.

Pamphagus auresianus Massa, 1992. Cette espèce a été localisée dans les Monts des Aurès, à Khenchla et Batna, entre 980 et 1200 mètres (Fig. 29K). Cette espèce vit dans les zones à l'étage climatique humide et subhumide, avec m inférieur à 0°C (Fig. 30J). Nous avons observé des adultes de la dernière semaine d'Avril jusqu'à la première semaine de Juin à Belezma, mais à partir de la fin de Mars à la fin de Mai dans la station d'El Hamma. La nourriture et les activités reproductrices ont été observées dans les heures les plus chaudes de

la journée. L'accouplement a pu être observé sur la végétation steppique comme *Stipa tenacissima*. Elle a duré au moins deux heures et plusieurs couples ont été conservés dans des bocaux et récupérés le lendemain en accouplement.

Pamphagus batnensis *nov. sp.* Benkenana & Petit 2012. Cette espèce appartient au complexe *P. djelfensis* et a été trouvée à Belezma (région de Batna) et El-Hamma (Khenchela) (Fig. 29L). Cette espèce partage les mêmes climagrammes que *P. auresianus*. La phénologie des adultes est similaire à celle observée chez *P. auresianus*.

Pamphagus djelfensis Vosseler, 1902. Sa présence dans le Parc National de Belezma était inattendue car ce taxon a été décrit à partir de Djelfa (Fig. 29 M). Cette espèce a également eu un bioclimagramme similaire à ces deux espèces précédentes (Fig. 30K). La phénologie des adultes a été similaire à celle observée dans *P. auresianus*.

Acinipe calabra (Costa, 1836). Cette espèce a été trouvée près de la mer, à Collo et jusqu'à 1214 mètres à Djelfa (station Moudjebara). Elle a également été trouvée à Constantine et Médéa (station d'Ain-Sefra) (Fig. 29N). Cette espèce a été trouvée principalement dans les zones des étages climatiques aride et semi-aride, avec m au-dessus de 4°C (Fig. 29L). Les adultes ont été observés le mois de Mai.

Paracinipe saharae (Pictet & Saussure, 1893). Cette espèce est présente dans les deux stations de la région de Khenchela. Elle est abondante dans la station de Khirane à 584 mètres, mais rare à Babar à 1140 mètres (Fig. 29 O). Cette espèce a une grande amplitude bioclimatique, elle est particulièrement fréquente à l'étage aride avec m au-dessus de 4°C, mais pourrait également être trouvée dans l'étage humide avec m inférieur à 0°C (Fig. 30M). Les adultes ont été observés depuis la fin de Mars à la fin du mois de Mai.

Paracinipe sulphuripes (Uvarov, 1942). Cette espèce était seulement connue à Djelfa. Elle a été découverte pour la première fois à Belezma (Batna), à une altitude de 1200 mètres (Fig. 28 P). Ceci suggère que l'isolement entre *P. saharae* et *P. sulphuripes* pourrait être due à l'altitude et non à l'éloignement géographique. Cette espèce préfère les étages humides et sub-humide, avec m inférieur à 1°C. Les adultes ne se trouvaient que depuis la fin du mois de Mai à la mi-juin.

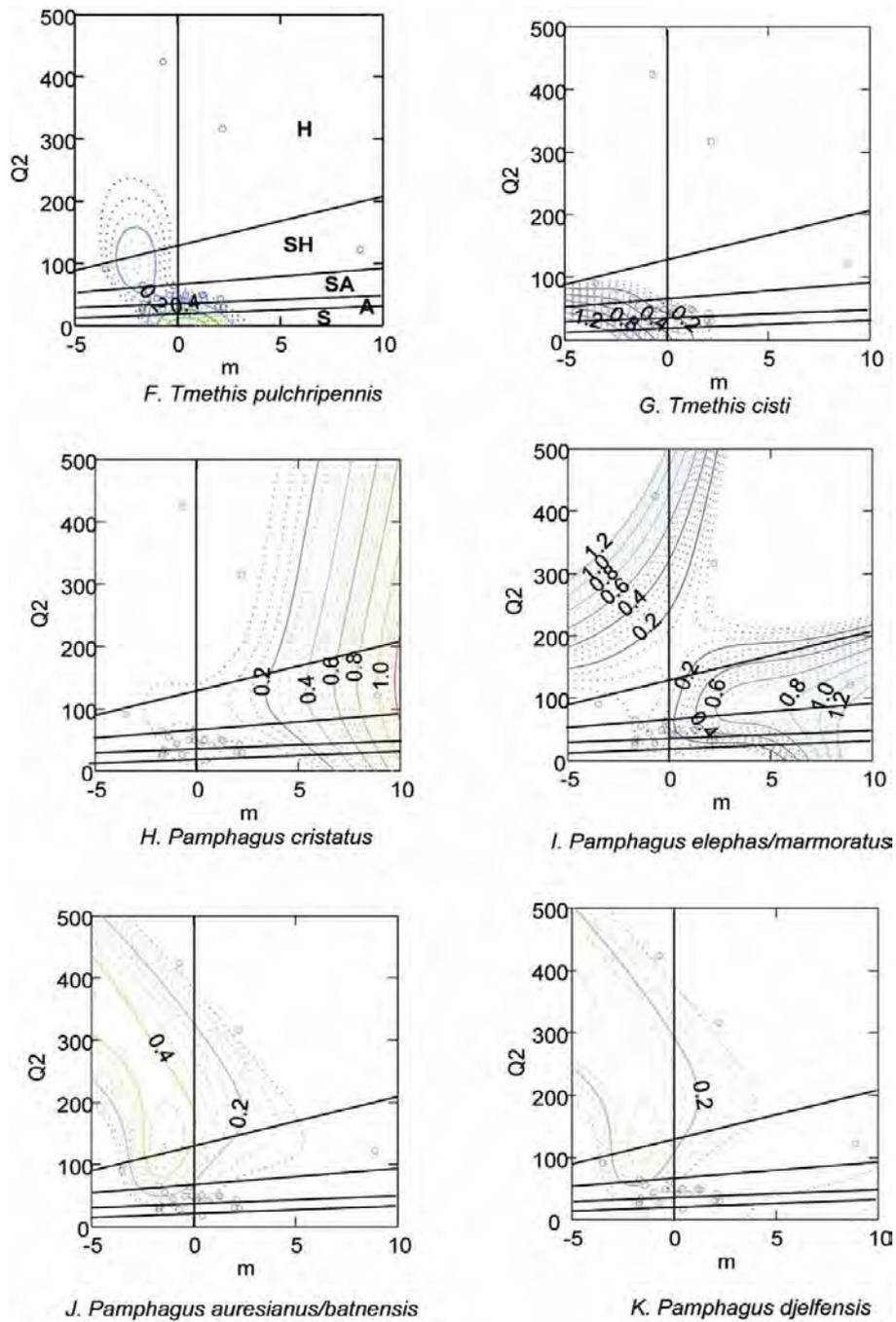


Figure 30b : Climagrammes des espèces. Abréviations dans fig 30a. **F**: *T.pulchripennis*; **G**: *T. cisti* ; **H**: *P. cristatus*; **I**: *P. elephas/marmoratus*; **J**: *P.auresianus / batnensis*; **K**: *P. djelfensis*; **L**: *A. calabra*; **M**: *P. saharae*; **N**: *P. sulphuripes*.

III. Etude de la végétation, régime alimentaire et étude des sensilles au niveau du labre

III.1. La végétation

Le nombre d'espèces végétales recensées dans les six stations varie entre 19 et 45 espèces, réparties entre huit familles à Tidisse (Constantine) et 21 familles à Belezma (Batna). Les familles dominantes sont les Poaceae, les Asteraceae et les Fabaceae. Nous avons identifié 151 espèces et un herbier a été constitué au niveau du laboratoire de biosystématique et écologie des Arthropodes, Université Mentouri, Constantine.

Le taux de recouvrement de chaque espèce végétale dans chaque station d'étude est mentionné dans les tableaux 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 de l'Annexe 4. Ces données sont résumées dans les figures 31a, b et c.

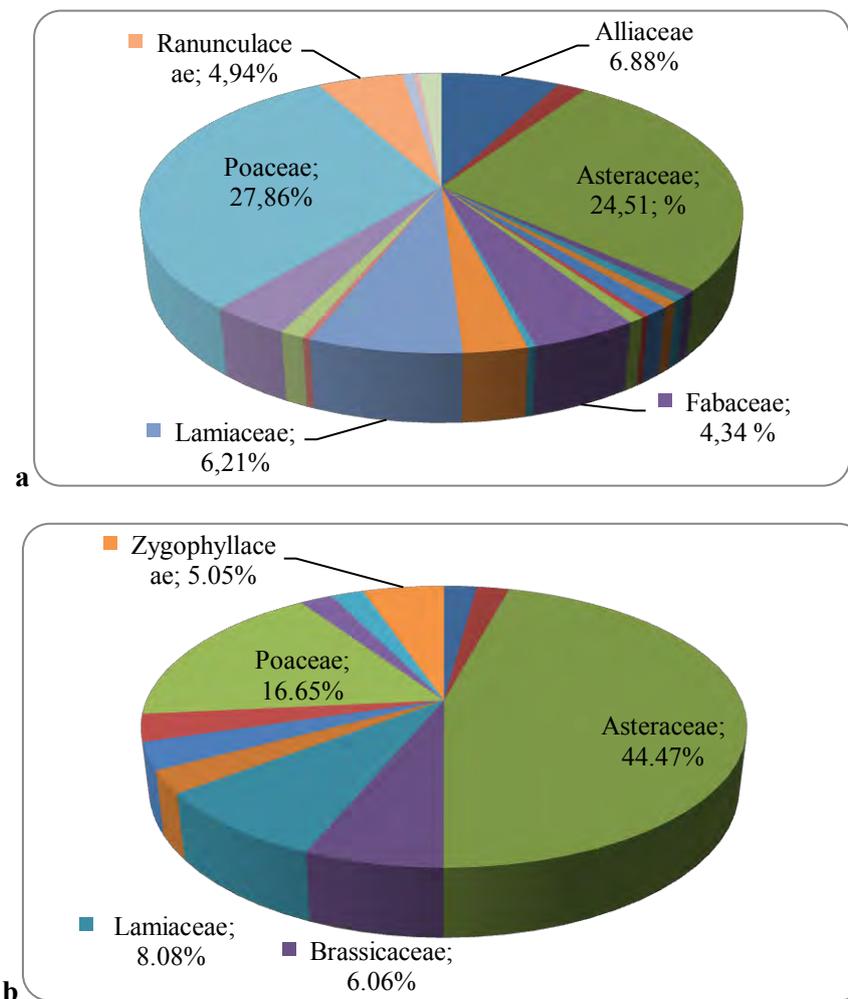


Figure 31(a) : Taux de recouvrement de chaque famille végétale dans les stations d'étude
a : Belzema, **b :** Ain-Mlila.

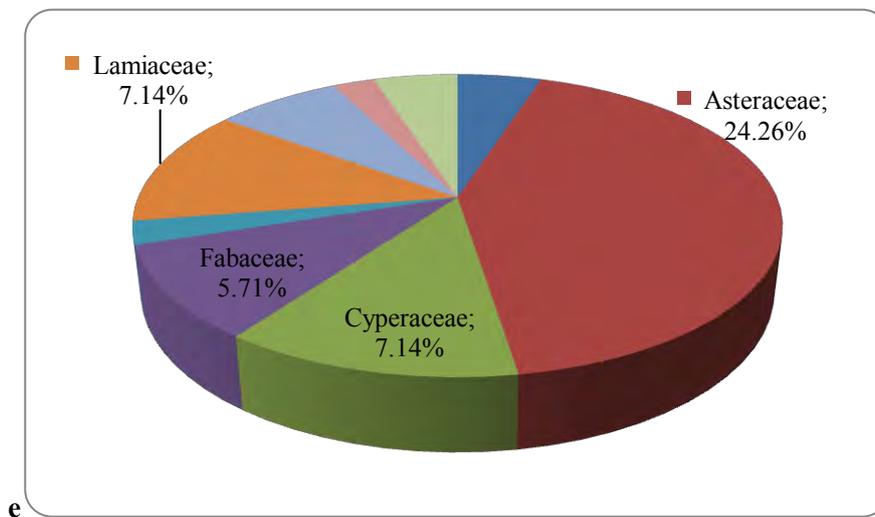
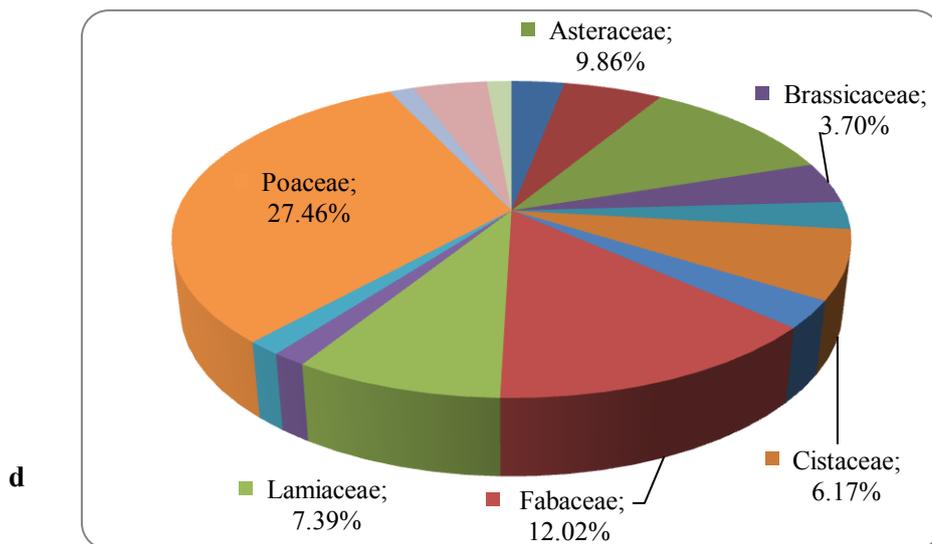
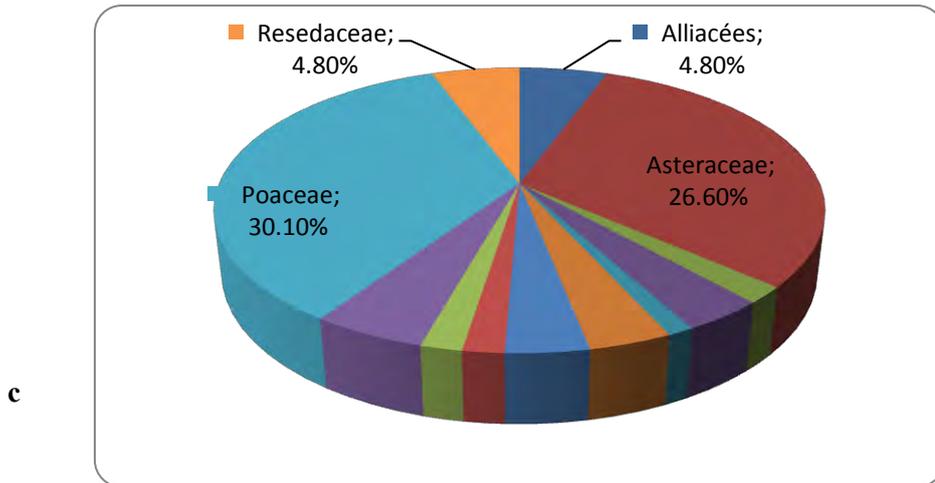


Figure31(b): Taux de recouvrement de chaque famille végétale dans les stations d'étude

c : Oum-El-Bouaghi, **d** : Collo et **e** : Khirane.

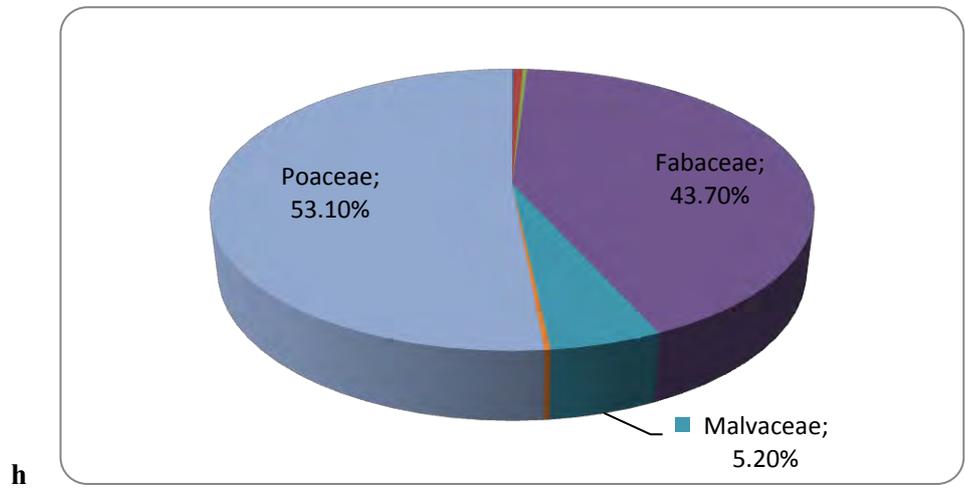
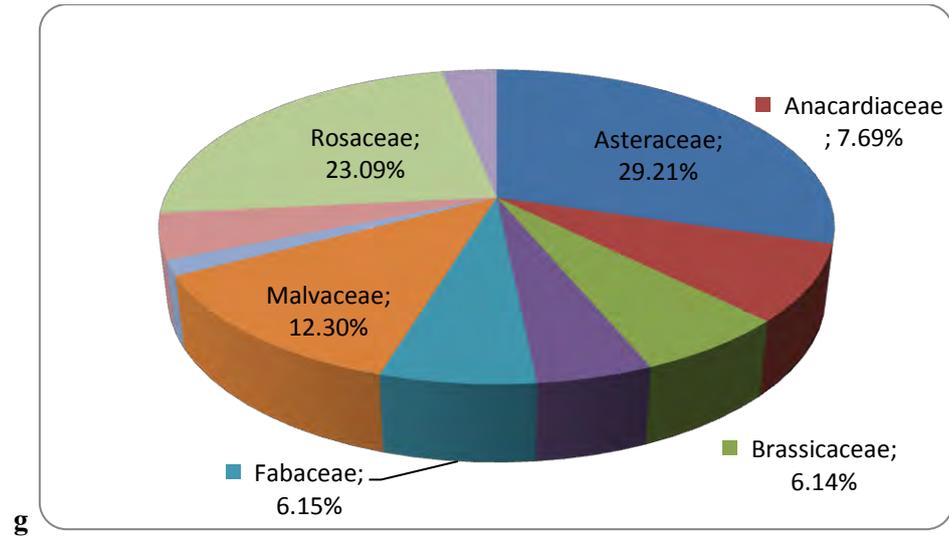
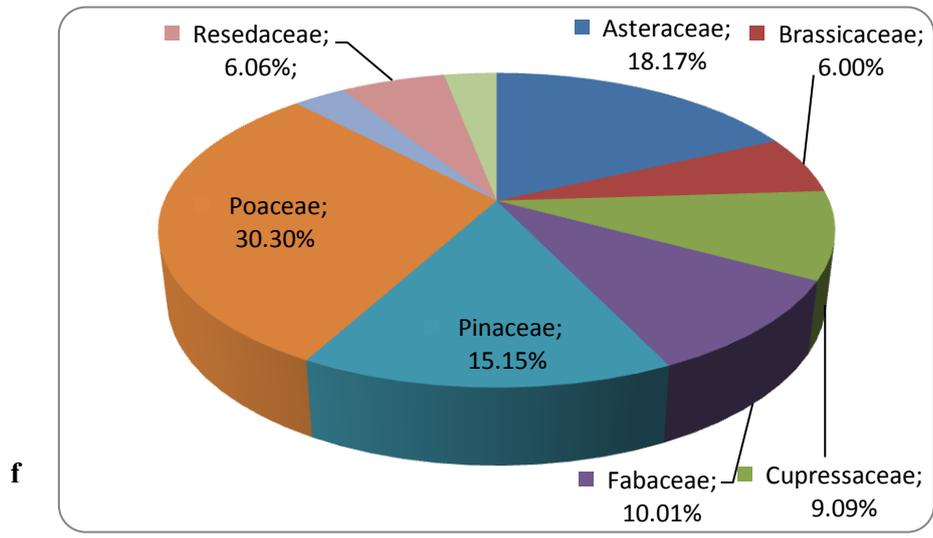


Figure 31(c): Taux de recouvrement de chaque famille végétale dans les stations d'étude
f : Elhamma, **g** : Babar et **h** : Tidisse.

II.2. Résultat du régime alimentaire

La détermination des fragments végétaux dans les fèces est basée sur plusieurs critères : la forme et la taille des cellules, les stomates, la présence et l'absence des poils, les types de parois et la présence de cristaux (Fig 32).

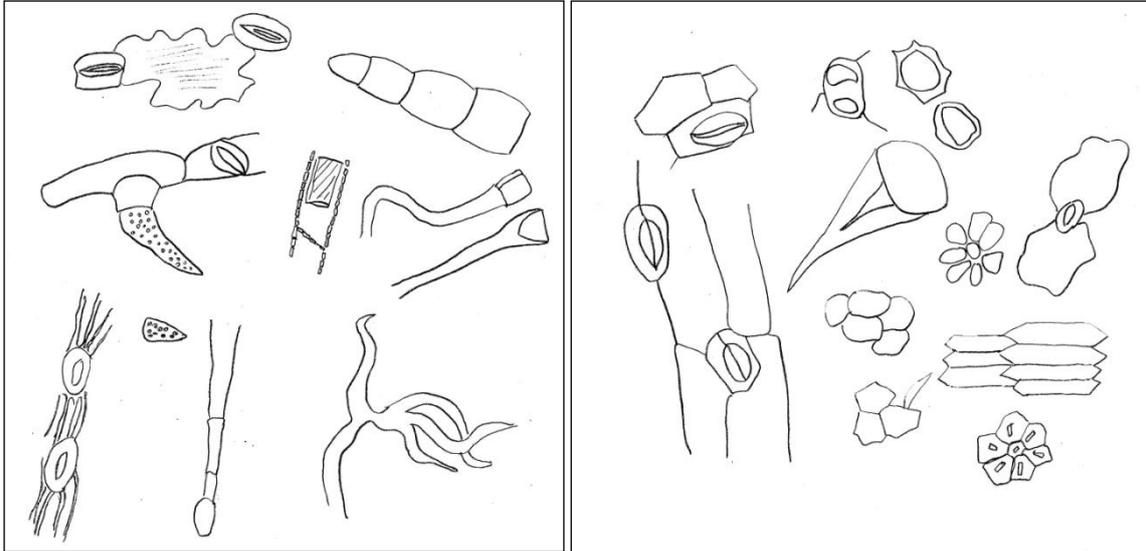


Figure 32 : Schémas des fragments végétaux dans les fèces.

L'étude du régime alimentaire porte sur l'examen des fèces de dix espèces acridiennes de la famille des Pamphagidae. Nous avons choisi *P. auresianus*, *P. batnensis* et *P. djelfensis* au niveau de la station de Belezma, région des Aurès. Nous avons étudié le régime alimentaire de *P. elephas* dans la région d'Oum-El-Bouaghi et celui de *P. cristatus* dans la région de Collo. Au niveau de la station de Babar (région de Khenchela) nous avons examiné les fèces de *P. saharae* et dans la station de Tidisse (région de Constantine) les espèces *O. volxemii* et *A. calabra*. Ce travail a été réalisé également sur les espèces de *Tmethis* (*T. pulchr* et *T. cisti*) de la station d'Ain-Mlila.

Les valeurs des fréquences obtenues (Annexes 5) ont été utilisées pour calculer la richesse totale, l'indice de Shannon, et les pourcentages moyens de Poaceae et Fabaceae. Etant donné que les espèces acridiennes ont été collectées dans différentes régions. Pour chaque station, nous avons calculé les différences entre la richesse, la diversité, les pourcentages des Poaceae et Fabaceae entre le site d'échantillonnage et dans les fèces. Une différence positive pour les Poaceae par exemple des moyens que cette famille est préférentiellement consommé, tandis qu'un écart négatif correspond à une consommation éviter. Les résultats sont résumés dans le tableau (7).

Tableau (7). La richesse et la diversité des plantes dans les sites d'étude et dans le contenu des fèces ; Les sites d'étude sont en gras. Le nombre de spécimens est entre parenthèse. Le taux de recouvrement des **Poaceae** (%) dans le site correspond au l'abondance relative de cette famille. Cette famille est manifeste dans le contenu des fèces. Les différentes lettres correspondent à des différences significatives en utilisant le test de bootstrap. **: P <1%; ***: p <0,1%. Les différences dans les quatre dernières colonnes correspondent aux valeurs d'une espèce par comparaison avec le site d'échantillonnage.

Station d'étude espèces	Richesse des plantes	Indice de Shannon des plantes	% Poaceae	% Fabaceae	Diff richesse	Diff Shannon plantes	Diff Poaceae	Diff Fabaceae
Belezma	45	2.88	27.86	3.99				
<i>P. auresianus</i> (10)	20 a	2.96 a ***	3.33	23.33	-25	-0.058	-24.53	19.34
<i>P. batnensis</i> (9)	13 b ***	2.55 b	4.55	13.64	-32	-0.411	-23.31	9.65
<i>P. djelfensis</i> (8)	15 b **	2.82 a **	9.52	28.57	-30	-0.239	-18.34	24.58
Oum-El-Bouaghi	27	3.17	26.9	1				
<i>P. elephas</i> (9)	12	2.32	20.00	5.00	-15	-0.85	-6.90	4.00
Collo	34	3.32	27.46	8.63				
<i>P. cristatus</i> (8)	8	1.93	6.67	6.67	-26	-1.386	-20.79	-1.96
Babar	27	3.01	36	16.31				
<i>P. saharae</i> (13)	7	1.85	50	35	-20	-1.155	49.64	34.84
Tidisse	34	1.72	53.10	43.7				
<i>O.volkemii</i> (10)	11 a ***	2.14 a ***	66.67	0.00	-23	0.417	13.57	-43.70
<i>A. calabra</i> (3)	6 b ***	1.75 b ***	0	37.5	-28	0.026	-53.10	-6.2
Ain-Mlila	30	3.37	14	0				
<i>T. pulchr.</i> (10)	12 a	2.26 a	10	0	-18	-1.102	9.86	0.00
<i>T. cisti</i> (9)	15 a	2.58 b **	21.74	0	-15	-0.781	21.60	0.00

Dans la station de Belezma, nous avons comparé les régimes alimentaires des trois espèces acridiennes rencontrées, appartenant au complexe *P. djelfensis*. Ces espèces consomment une faible proportion de Poaceae, mais une plus grande quantité de Fabaceae que leur propre abondance dans le terrain (tableau 7). Le choix alimentaire est globalement confirmé par les statistiques telles que les corrélations entre les abondances des plantes dans le site et dans le contenu des fèces qui ne sont pas significatives (tableau 8). Si les espèces des criquets sont comparés entre eux, l'ANOSIM ne révèle aucune différence dans la composition

des plantes consommées ($p > 0,125$), bien que *P. auresianus* ait montré la plus grande richesse et diversité ($p < 0,1\%$) lorsque *P. batnensis* est pris en tant qu'une référence.

Dans la station d'Oum-El-Bouaghi, *P. elephas* est la seule espèce présente. Elle consomme plus de Fabaceae que sa disponibilité sur terrain, et environ le même pourcentage de Poaceae que dans le site du prélèvement. La composition des plantes dans les fèces n'est pas corrélée avec le taux de recouvrement sur le terrain, mais de manière marginale ($p = 9,4\%$).

Dans la station de Collo, *P. cristatus* est la seule espèce rencontrée et ses fèces contiennent moins de Poaceae que l'abondance relative observée sur le terrain, alors que les quantités de Fabaceae sont en même proportion que sur le terrain. Le choix de nourriture des plantes est illustrée par une corrélation non significative entre l'abondance des végétaux sur le terrain et dans le contenu des fèces ($p = 0,86$). Une femelle était trouvée en consommant une feuille de figuier (*Ficus carica*).

Dans la station de Babar, *Paracinipe saharae* consomme plus de Poaceae et Fabaceae que leur proportion dans le site d'étude. Comme il est susmentionné, ce choix mène à une absence de corrélation entre les espèces végétales observées dans le champ et le contenu des fèces ($p = 0,61$).

Dans la station de Tidisse, *Ocneridia volxemii* et *Acinipe calabra* ont été étudiées. Nous observons une plus grande richesse et diversité des plantes consommées par *O. volxemii* que par *A. calabra* ($p < 0,1\%$). Par ailleurs, l'ANOSIM a indiqué que la composition des plantes consommées est différente dans les deux espèces ($P=0,076$). Cette différence vient principalement des Poaceae, préférées par *O. volxemii* et des Fabaceae, préférées par *A. calabra*. En conséquence, aucune corrélation entre l'abondance des plantes sur terrain et le contenu des fèces n'a été vérifiée dans les deux espèces ($p > 0,8$).

A Ain-Mlila, les deux espèces de criquets trouvés sont *Tmethis pulchripennis* et *T. cisti*. Le contenu des fèces de *T. cisti* est plus diversifié ($p < 1\%$) que celui de *T. pulchripennis*, bien que la richesse et la composition ($p = 0,43$ par le test ANOSIM) ne soient pas différentes.

Les deux espèces consomment les Poaceae, mais aucune information relative au Fabaceae en est disponible, cette famille étant absente dans la station. Les deux espèces consomment les espèces végétales de manière non proportionnelle à leurs abondances ($p > 0,6$, rho de Spearman).

Tableau (8). Les corrélations de Spearman entre l'abondance des plantes dans les sites d'étude et le contenu des fèces.

	<i>P. aures.</i>	<i>P. batnensis</i>	<i>P. djelfensis</i>	<i>P. elephas</i>	<i>P. cristatus</i>	<i>T. pulchr.</i>	<i>T. cisti</i>	<i>O. volxemi</i>	<i>A. calabra</i>	<i>P. sahara</i>
rho	-0,11	0,365	-0,26	0,328	0,029	-0,089	-0,126	-0,020	-0,042	-0,096
p	0,6316	0,2196	0,354	0,094	0,867	0,639	0,506	0,936	0,867	0,613

Pour comparer le régime alimentaire de chaque espèce, nous prenons en considération les différences entre le champ et le contenu des fèces pour la richesse et la diversité de la flore totale et l'abondance relative des Poaceae et Fabaceae.

Ces différences ont été soumises à une ACP et la projection de la figure 33 exprime plus de 80% de la variance totale. Elle montre trois groupes de variables pour les différences: la richesse, indice de Shannon et les abondances relatives des Fabaceae et Poaceae.

Les projections des deux espèces de *Tmethis* et *P. saharae* sont dans le sens de la consommation d'une forte proportion de Poaceae et d'une plus grande richesse d'espèces végétales. En revanche, toutes les espèces de *Pamphagus* et *A. calabra* consomment moins Poaceae que leur disponibilité relative sur terrain. *O. volxemii* est originale car elle évite clairement la famille des Fabaceae.

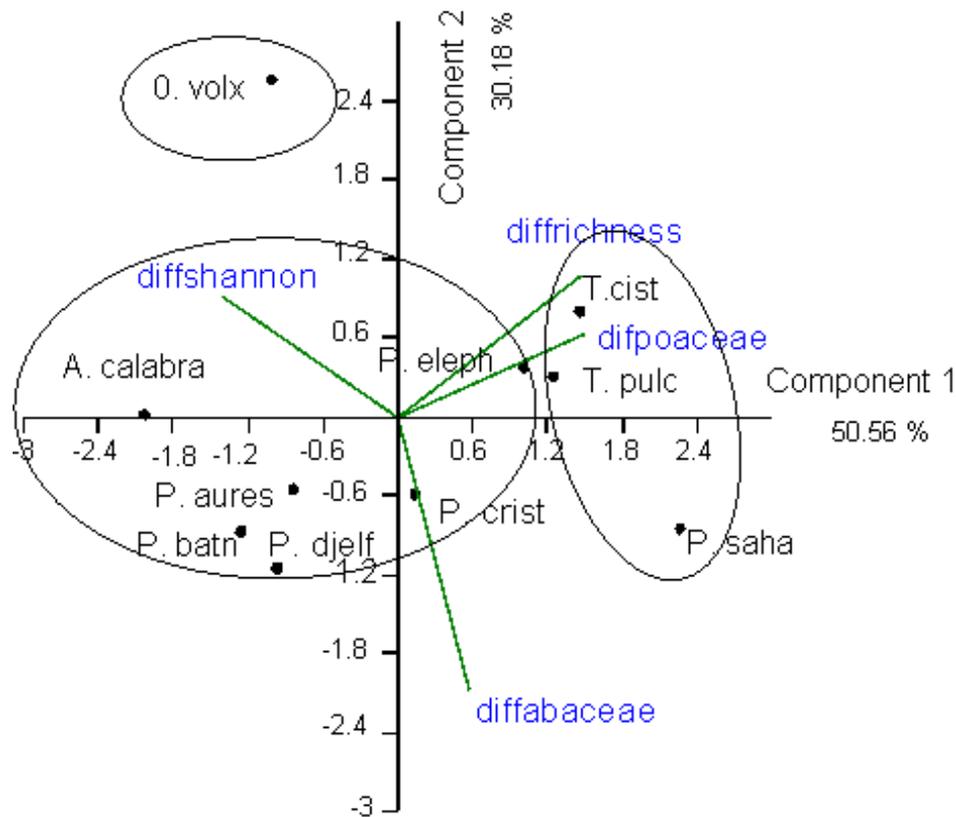


Figure 33 : Projection des espèces et des variables sur le plan défini par les 2 premiers axes d’ACP. Les pourcentages de la variance des 2 premiers axes sont indiqués. *diffshannon*: différence entre l’indice de diversité dans les stations d’étude et dans le contenu des fèces; *diffrichness*: différence entre la richesse floristique dans les stations et dans le contenu des fèces; *difpoaceae*: différence entre l’abondance relative des Poaceae dans les stations et dans le contenu des fèces; *diffabaceae*: différence entre l’abondance relative des Fabacées dans les stations et dans le contenu des fèces.

Nous avons testé l’homogénéité de ces trois groupes de criquet par une analyse de cluster basée sur la corrélation de Pearson entre la différence des variables.

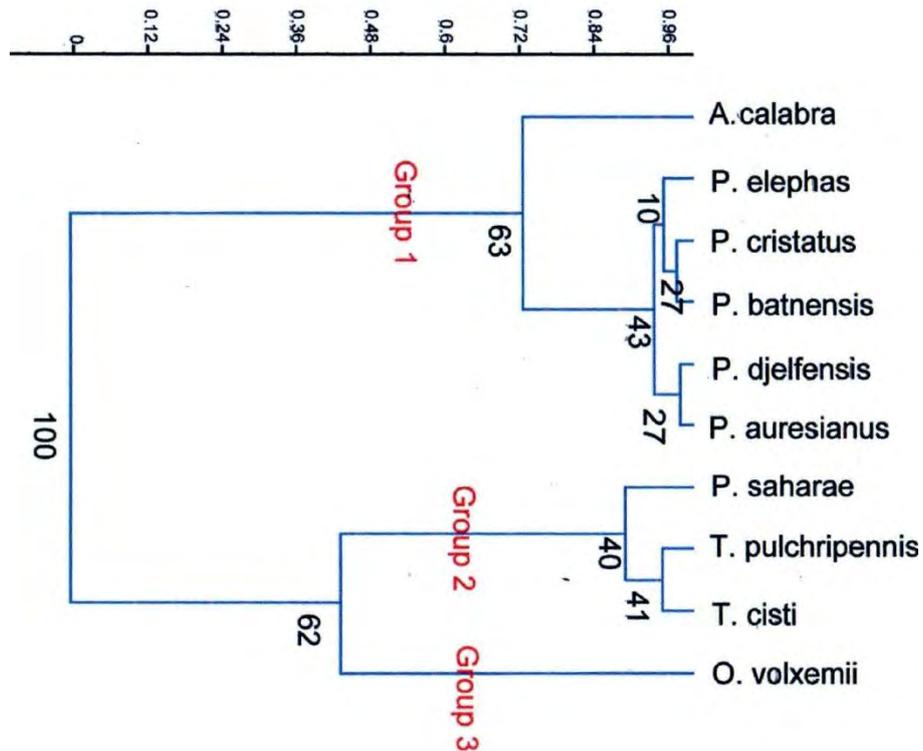


Figure 34 : Classification hiérarchique avec la corrélation de Pearson comme mesure de la distance. L'échelle verticale correspond au coefficient de corrélation. La robustesse de Cluster de l'assemblage a été estimée par une technique de bootstrap avec 1000 répétitions.

Dans la figure 34, la classification hiérarchique appuie les observations précédentes : *P. saharae* est bien associé avec les deux espèces de *Tmethis*, ainsi que la branche commune pour *Acinipe* et toutes les espèces de *Pamphagus*. *O. volxemii* est proche du groupe constitué par *Tmethis* et *Paracinipe*, en raison d'une consommation importante de Poaceae. Cependant, il peut être distingué par une plus haute diversité des plantes trouvées chez *O. volxemii* que chez *Tmethis* et *P. saharae*.

En résumé, trois types de régime alimentaire peuvent être définis:

- **Type 1**: Les Poaceae sont généralement moins représentées dans le contenu des fèces que dans le terrain et le contraire pour les Fabaceae (*Pamphagus spp* et *A. calabra*).
- **Type 2**: Les Poaceae sont plus consommées que leur abondance relative dans le terrain, et la richesse globale est pauvre (*Tmethis spp* et *P. saharae*).

- **Type 3:** Les Poaceae sont plus fréquentes dans le régime alimentaire que dans le terrain, et les Fabaceae sont évitées (*O. volxemii*).

III.3. Répertoire des sensilles au niveau du labre

Il existe quatre groupes principaux de sensilles (chimiorécepteurs) sur la face épipharyngienne du labre. Les sensilles de type A1 sont situées dans la partie inférieure du labre, les A2 sont caractérisées par leur position dans la partie centrale, les A3 sont insérées sur le bord distal du labre et les sensilles de type A10 dans la partie transversale au niveau intermédiaire entre les deux groupes A1 et A2.

Pour le présent travail, nous avons compté les différents types de sensilles (A1, A2, A3 et A10) pour les deux sexes pour chaque espèce de Pamphagidae étudiés. La longueur et la largeur du labre sont également mesurées. Les résultats sont mentionnés dans le tableau (9).

Tableau(9). Le répertoire des sensilles au niveau du labre des différentes espèces

L et l : longueur et largeur du labre respectivement. Les numéros entre parenthèses correspondent aux nombres de spécimens étudiés.

Espèces	L (mm)	l (mm)	A1	A2	A3	A10
<i>O.volxemii</i> F (5)	4.60	4.76	172.0	115.8	76.8	79.2
<i>O.volxemii</i> M (8)	2.64	2.89	147.6	81.4	58.3	66.8
<i>P. auresianus</i> F (3)	6.40	7.53	408.0	160.7	130.7	92.0
<i>P. auresianus</i> M (5)	5.00	5.67	356.0	187.0	117.8	112.7
<i>P. batnensis</i> F (4)	5.55	6.95	435.0	174.0	134.3	105.8
<i>P. batnensis</i> M (4)	4.67	5.57	378.3	174.5	112.3	75.7
<i>P. cristatus</i> F (5)	6.92	6.50	441.0	171.2	98.2	116.7
<i>P. cristatus</i> M (4)	4.82	4.40	324.3	154.2	109.0	89.8
<i>P. djelfensis</i> F (3)	6.90	6.60	275.0	120.5	105.5	68.0
<i>P. djelfensis</i> M (4)	4.87	5.35	367.5	169.8	115.5	109.0
<i>P. elephas</i> F (5)	4.80	6.40	438.0	216	121.8	124.0
<i>P. elephas</i> M (7)	4.60	5.04	361.8	140.9	96.8	75.0
<i>P. saharae</i> F (6)	6.14	5.75	347.2	167.0	102.6	86.3

<i>P. saharae</i> M (6)	4.25	4.25	217.5	139.8	100.0	105.3
<i>T. cisti</i> F (5)	6.84	6.42	160.3	121.8	78.8	60.0
<i>T. cisti</i> M (5)	3.96	3.78	170.8	112.4	72.0	72.5
<i>T. pulchripennis</i> F (5)	6.35	7.15	152.7	113.8	99.5	88.0
<i>T. pulchripennis</i> M (5)	3.74	3.34	164.0	122.2	70.6	69.0

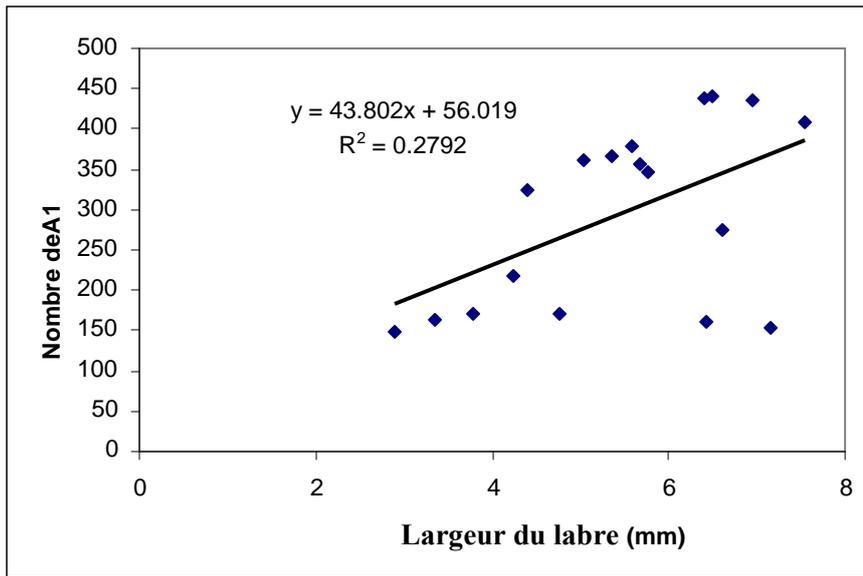
D'après le tableau (9), les plus grands nombres des sensilles A1 sont enregistrés dans le genre *Pamphagus*, avec plus de 400, au moins chez les femelles. Les plus faibles nombres sont observés dans les genres ; *Tmethis* et *Ocneridia* avec environ 160. Comme pour les sensilles A2, le genre *Pamphagus* été le plus riche avec environ 170, tandis que *Tmethis* et *Ocneridia* en possèdent environ 110.

La répartition des sensilles A3 est identique à celle des cas précédents, mais les *Pamphagus* possèdent environ 115 unités, tandis que *Tmethis* et *Ocneridia* en ont environ 75. La variation dans les nombres des A10 est plus homogène, entre 60 (femelle *T. cisti*) et 124 (femelle de *P. elephas*).

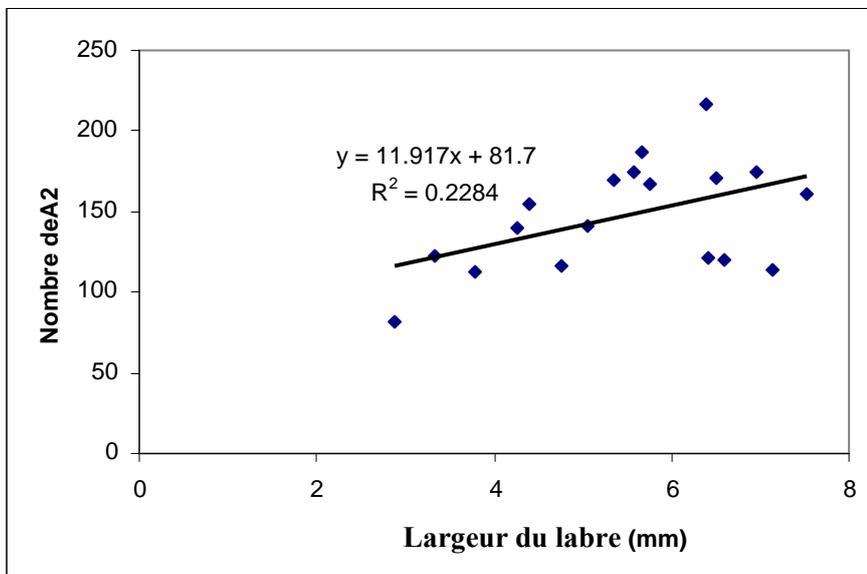
Il existe une relation entre la largeur du labre et le nombre de sensilles, au moins pour A1, A2 et A3. Les équations de régression et les parcelles se trouvent dans la figure 35. Ces équations ont été utilisées pour éliminer l'effet de la taille en calculant les résidus (la différence entre les nombres observés et attendus des sensilles pour une largeur du labre donnée).

La plupart des résidus d'A1, A2, A3 sont positifs pour les *Pamphagus*. Par contre ils sont négatifs pour les genres *Tmethis* et *Ocneridia* (tableau 10). *P. saharae* présente à la fois des résidus positifs et négatifs selon le type de sensilles et le sexe.

Compte tenu de ces observations, nous avons vérifié que les résidus des différents types des sensilles sont significativement corrélés (tableau 11).



A



B

Figure 35(a) : Corrélation entre la largeur du labre et le nombre de sensilles

A1 (A), A2 (B).

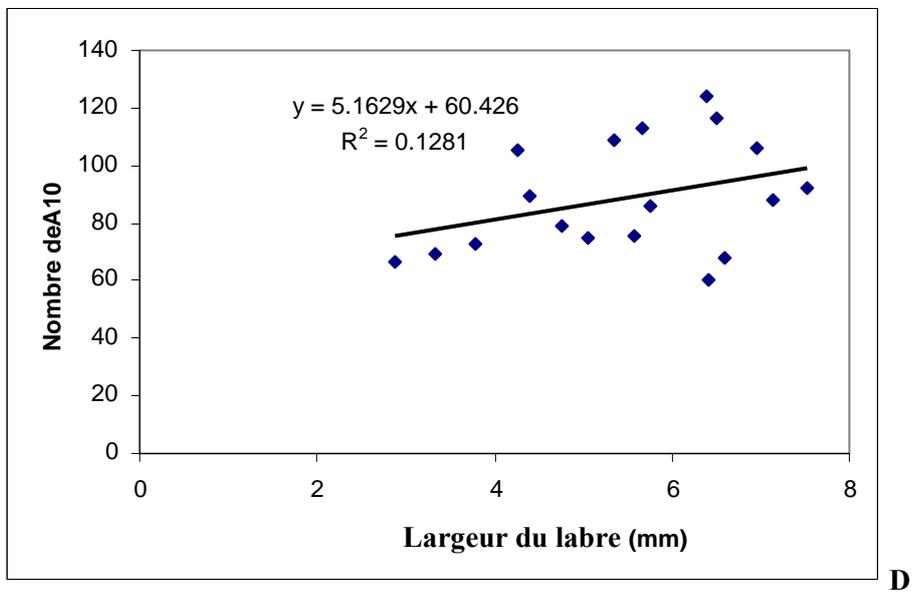
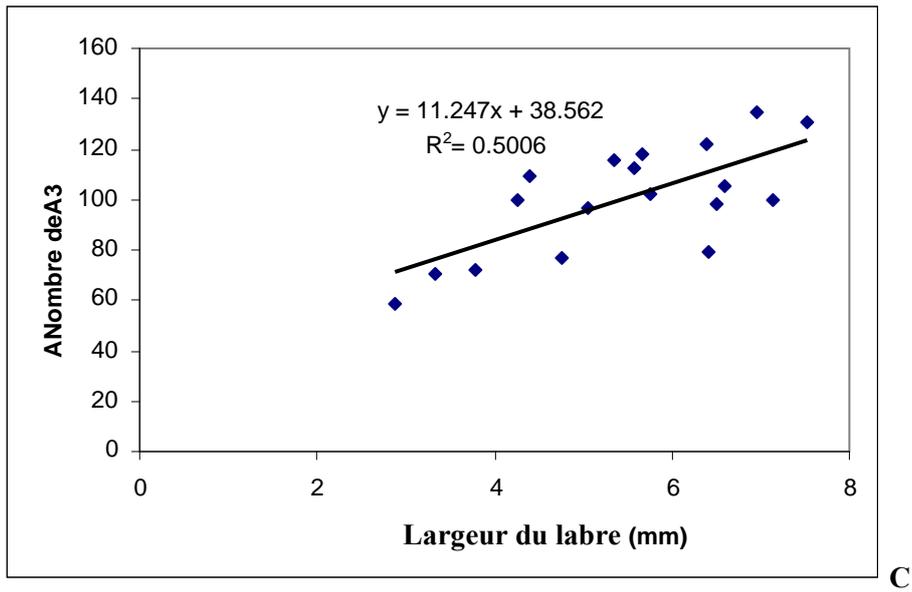


Figure 35(b) : Corrélation entre la largeur du labre et le nombre de sensilles A3 (C) et A10 (D).

Tableau(10). Résidus de régression du nombre de sensilles du labre

(M: mâle, F:femelle).

Espèces	résiduA 1	résidu A2	résidu A3	résidu A10	Moy
<i>O.volxemii</i> F	-90.77	-20.28	-15.27	-5.82	-33.04
<i>O.volxemii</i> M	-34.12	-36.39	-12.84	-8.70	-23.01
<i>P. auresianus</i> F	25.26	-2.51	7.55	-7.17	5.78
<i>P. auresianus</i> M	53.65	41.98	15.48	22.98	33.52
<i>P. batnensis</i> F	77.49	16.52	17.75	9.56	30.33
<i>P. batnensis</i> M	80.30	30.46	11.14	-13.51	27.10
<i>P. cristatus</i> F	102.96	18.12	-13.35	22.77	32.62
<i>P. cristatus</i> M	77.13	21.64	20.96	6.57	31.57
<i>P. djelfensis</i> M	79.20	27.91	16.82	20.97	36.23
<i>P. elephas</i> F	104.28	63.90	11.32	30.61	52.53
<i>P. elephas</i> M	86.79	2.01	1.59	-11.46	19.73
<i>P. saharae</i> F	41.29	21.18	-0.66	-3.85	14.49
<i>P. saharae</i> M	-23.21	8.74	13.63	22.92	5.52
<i>T. cisti</i> F	-174.19	-30.51	-31.78	-33.47	-67.49
<i>T. cisti</i> M	-49.58	-14.11	-9.10	-7.51	-20.08
<i>T. pulchripennis</i> F	-213.50	-45.68	-19.32	-9.21	-71.93
<i>T. pulchripennis</i> M	-37.35	-0.01	-5.58	-8.77	-12.92

Tableau(11). Corrélations entre les résidus. (Tests de Pearson)

Les coefficients de corrélations sont indiqués sous la diagonale, les probabilités associées au-dessus.

	résiduA1	résidu A2	résidu A3	résidu 10
résidu A1		2.82 10 ⁻⁵	0.00049	0.0123
résiduA2	0.836		0.00038	0.0014
résiduA3	0.752	0.761		0.0075
résidu A10	0.592	0.708	0.623	

III.4. Relations entre les types du régime alimentaire et le répertoire des sensilles

Pour tester si le répertoire des sensilles varie selon le type du régime alimentaire, nous avons effectué une analyse d'ANOVAs. Afin d'éviter l'effet de la taille du labre, nous avons considéré les résidus des sensilles comme variable dépendante et les types du régime alimentaire en tant que facteurs.

En ce qui concerne les résidus A1 (Fig. 36A), il ya une différence significative entre les groupes ($F_{2, 14}=12.31$, $p=0.001$). Les analyses post-hoc de Tukey indiquent que les valeurs les plus élevées sont observées dans le régime alimentaire de type 1.

En revanche, les valeurs de types de régime alimentaire 2 et 3 ne sont pas significativement différentes. Nous avons observé les mêmes résultats pour A2 ($F_{2, 14}= 7.48$, $p=0.006$) et les résidus du A3 ($F_{2, 14}=5.79$, $p=0.015$) (Fig. 36B et 36C, respectivement). Il n'y a pas de différence significative dans le cas des résidus du A10 ($F_{2, 14}= 1.955$, $p=0.18$).

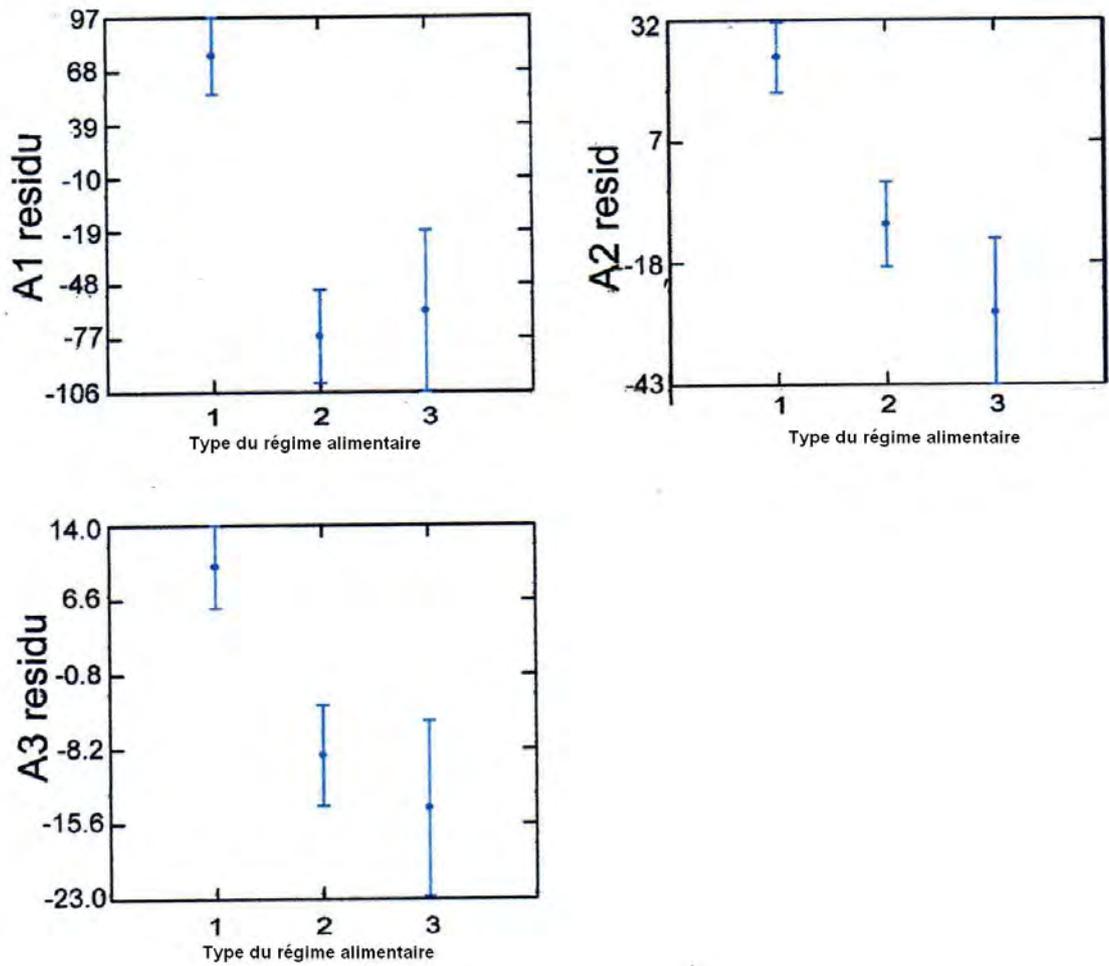


Figure 36 : Les variations des résidus des sensilles selon les 3 groupes du régime alimentaire définis à partir de l'analyse du cluster de la figure 34 (Analyse de la variance). **A:** sensilles A1, **B:** sensilles A2 et **C:** sensilles A3.

DISCUSSION ET CONCLUSION

DISCUSSION

Les genitalia sont des critères morphologiques de plus en plus utilisés par la systématique au niveau de l'espèce essentiellement. Ils sont parfois les seuls critères possibles de détermination (MAURICE, 1980). *L'épiphalle, généralement utilisé dans la détermination spécifique, n'est pas toujours fiable dans le diagnostic, en particulier chez certaines espèces du genre Ocneridia.*

L'inventaire de la famille des Pamphagidae de l'Est algérien ; au niveau de neuf localités, totalise seize (16) espèces acridiennes, ce qui représente 64% de la faune des Pamphagidae connue pour l'Algérie. Cette faune est de vingt cinq espèces. Beaucoup d'autres localités sont peu ou non exploitées. Par conséquent, cet inventaire reste non exhaustif.

La prise en compte des travaux antérieurs réalisés dans d'autres localités algériennes a permis de définir certaines contraintes climatiques influençant la répartition de la plupart des espèces. Cette diversité est illustrée par des bioclimogrammes. Selon BENFEKIH *et al* (2006) la validité d'une étude bioclimatique repose sur le fait que chaque localité mentionnée, pour laquelle on connaît un certain nombre de paramètres climatiques, constitue un biotope favorable pour la vie de l'insecte.

Nous estimons que les étages méditerranéens semi-aride avec hiver frais et sub-humide avec hiver froid correspondent aux conditions les plus favorables pour la famille des Pamphagidae. Le dernier auteur a montré que la fréquence de *Locusta migratoria cinerascens* est maximale dans les étages sub-humide et humide à hiver doux et chaud et semi-aride à hiver chaud.

MOUSSI (2012) a signalé la présence de quatre espèces de Pamphagidae dans la région de Biskra. Deux d'entre elles sont présentes dans notre inventaire. Il s'agit de *Paracinipe saharae* (Pictet&Saussure, 1851) et *Tmethis pulchripennis* (Serville, 1838). Par contre *Tuarega insignis* (Lucas, 1851) et *Acinipe algeriensis* (Descamp& Mounassif, 1972) sont absentes. L'absence de ces deux dernières espèces, au niveau des localités que nous avons étudiées, est liée aux facteurs climatiques. Nos localités sont situées en zones semi-aride et sub-humide; alors que la région de Biskra appartient à l'étage bioclimatique aride.

Selon, GUIBAN et THUILLER (2005) les facteurs de perturbations humaines et la présence de ressources trophiques en quantité et qualité conditionnent localement la présence d'une espèce. Selon CHOPARD (1943) les Pamphagidae préfèrent les régions côtières et les Hauts plateaux ; bien que quelques espèces aient été signalées dans des zones désertiques, notamment *Tmethis pulchripennis*.

Nous avons choisi neuf localités à différentes altitudes. Ainsi, les stations situées à plus haute altitude abritent le plus grand nombre d'espèces. Ceci est manifeste au niveau du Parc National de Belezma près de Batna, situé à 1200m d'altitude. Au niveau de cette station, nous avons inventorié dix espèces. Selon, CHOPARD(1943) quelques espèces se trouvent en montagne, au Maroc ; entre autre certaines espèces du genre *Paraeumigus*, inventoriées jusqu'à 4000 m d'altitude.

Au niveau du Parc National de Belezma, nous avons trouvé l'espèce *Paracinipe sulphuripes*. Cette dernière n'était recensée auparavant que dans la région de Djelfa (MASSA ,1986). Ceci nous amène à dire qu'il y a une relation inattendue entre ces deux régions, en dépit de leur fort éloignement (280 Km).

Nous avons recensé également l'espèce *Pamphagus djelfensis* Vosseler, 1902 au niveau du Parc National de Belezma. Ce taxon a été décrit à partir de Djelfa. Par ailleurs, nous ne comprenons pas pourquoi BENMADANI (2010) n'a pas trouvé cette espèce dans ses sites d'étude près de Djelfa (*locus classicus*). La même remarque peut être émise pour *Euryparyphes sitifensis* (Brisout, 1854). En effet, nous ne comprenons pas pourquoi cette espèce n'a pas été notée dans le travail de FELLOUINE (1989) qui a exploré Sétif en détail (*locus classicus*).

Le régime alimentaire des Pamphagidae n'avait fait l'objet d'aucune étude antérieure. Nous nous sommes penchés sur cet aspect qui représente le premier travail traitant plusieurs espèces appartenant à plusieurs sous-familles. Nous avons appuyé cette hypothèse, en dépit des investigations approfondies sur le répertoire des sensilles au niveau du labre sur plusieurs groupes des acridiens durant longtemps (HASKELL et MORDUE, 1969; CHAPMAN et THOMAS, 1978). La famille des Pamphagidae n'a fait non plus l'objet d'aucune étude dans ce sens.

Les résultats de cette étude montrent que toutes les espèces de Pamphagidae consomment plusieurs familles végétales. Cependant, la corrélation entre l'abondance des plantes sur le terrain et dans le contenu des fèces n'est pas importante. Ceci nous amène à dire

que toutes les espèces ont des préférences alimentaires. Ceci a été également mentionné chez d'autres Acridomorpha, connus pour être polyphages notamment *Schistocerca gregaria* (GUENDOUZ-BENRIMA *et al.*, 2010) et *Melanoplus sanguinipes* (Uvarov, 1977). Il en sort de ces travaux que plusieurs types de régime alimentaire peuvent être définis; (i) forbivore (= herbivores) nourriture prédominante sur les plantes dicotylédones, (ii) graminivores, restreints principalement à la famille des Poaceae, et (iii), ambivores, consomment les plantes des deux groupes. Par contre, les espèces monophage sont peu nombreuses ; notamment *Glyptobothrus binotatus binotatus* sur *Ulex spp* en France (PICAUD *et al.*, 2002, 2003) et *Tropidopola cylindrica* sur *Phragmites australis* en Algérie (BENKENANA, 2006).

La question est d'attribuer les types du régime alimentaire décrits ici dans les catégories définies par UVAROV.

- Le type 1 (*Pamphagus spp* et *Acinipe calabra*) consomme principalement des dicotylédones. Par conséquent, elles sont considérées comme forbivore.
- Le type 2 (*Tmethis spp* et *Paracinipe saharae*) se nourrit de Poaceae et dicotylédones. Le régime alimentaire est ambivore.
- Le type 3 ; celui d'*Ocneridia volxemii* est proche du type 1, sauf qu'il est pauvre en Fabaceae. C'est un régime alimentaire intermédiaire entre ambivore et graminivore. L'attraction d'*O. volxemii* vers les Poaceae montre que cette espèce peut causer des dégâts importants sur les cultures céréalières (BOUNECHADA&DOUMANDJI, 2003).

La relation entre le type du régime alimentaire et la systématique a été testée dans le tableau (12). Nous avons également étudié le contenu des fèces de 10 individus de *Prionotropis hystrix rhodanica* Uvarov, 1923 recueillies dans la végétation du Coussoul dans la Crau de la Camargue (France) en 2002, grâce à l'aimable attention de Mr A. FOUCART (CIRAD, Montpellier) que nous remercions.

Le régime alimentaire indique que la fréquence de *Brachypodium retusum* (Poaceae) est d'environ 38%. La part restante est composée de 5 espèces différentes de dicotylédones. La proportion de *B. retusum* sur terrain est proche de 20%. Par conséquent, l'espèce acridienne, *Prionotropis hystrix rhodanica* peut être définie comme ambivore. Si les informations phylogéniques sont fiables, nous pouvons émettre l'hypothèse que le régime alimentaire ambivore pourrait être ancestral pour la famille. Il évolue vers le régime forbivore pour les genres *Pamphagus* et *Acinipe* et graminivore pour *Ocneridia*. L'étude du régime alimentaire chez d'autres espèces serait intéressante pour appuyer nos résultats.

Sous-famille	Genre	Type du régime alimentaire
Pamphaginae	<i>Pamphagus</i>	Forbivore
	<i>Paracinipe</i>	Ambivore
	<i>Ocneridia</i>	Ambivore-Graminivore
Orchaminae	<i>Acinipe</i>	Forbivore
Prionotropisinae	<i>Tmethis</i>	Ambivore
	<i>Prionotropis</i>	Ambivore

Tableau (12). Le type du régime alimentaire et la systématique.

La densité du nombre de sensilles au niveau du labre des espèces de Pamphagidae est plus importante que chez les espèces d'Acrididae. Cette dernière famille a fait l'objet d'étude sur une dizaine de mâles de certaines espèces : trois Oedipodinae (*Acrotylus insubricus*, *Oedipoda caerulescens* et *Stethophyma grossum*) et sept Gomphocerinae (*Dociostaurus maroccanus*, *D. genei*, *Chrysochraon dispar*, *Euchorthippus declivus*, *Chorthippus dorsatus*, *Glyptobothrus biguttulus* et *G. binotatus binotatus*) (ELGHADRAOUI *et al*, 2003).

Quand les nombres de sensilles sont tracés par rapport à la largeur du labre (les sensilles du type A1), il s'avère que les Pamphagidae possèdent plus de sensilles que les Acrididae, en relation avec la largeur du labre (Fig. 37A).

Toutefois, pour les catégories des sensilles A1, A2 et A3, la distribution dans les deux familles est similaire. En contrepartie, la répartition des sensilles A10 dans les deux familles semble être différente telle que la plupart des points sont au-dessus de la ligne de régression dans le cas des espèces de Pamphagidae (Fig37B).

Pour confirmer ces résultats, nous avons mené une analyse de covariance avec le nombre des sensilles prises comme des variables dépendants, la largeur du labre comme covariable, et la famille en tant que groupe (tableau 13). Nous confirmons que le nombre des sensilles A1, A2 et A3 ne sont pas variables selon les familles, si on néglige l'effet de la taille du labre ($p > 0,6$). Par contre, il y a une différence significative du nombre de sensilles A10

entre les deux familles ($p = 0,007$). Le faible nombre de sensilles A10 chez la plupart des Gomphocerinae et certaines Oedipodinae est lié à leur régime alimentaire graminivore dominant, provoquant un faible taux de métabolites secondaires pour les Poaceae (CHAPMAN & JOERN, 1990).

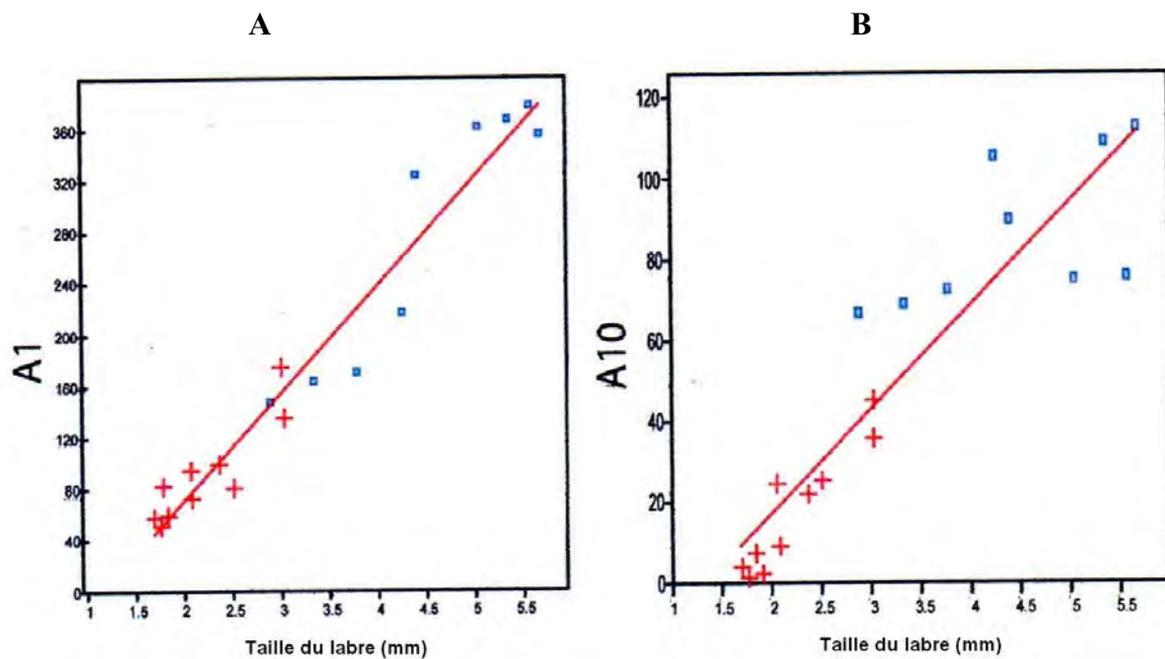


Figure 37 : Le nombre des sensilles chez les Pamphagidae (les carrés bleus) et les Acrididae (les croix rouge). A: les sensilles A1; B: les sensilles A10.

Tableau (13). Effet de la famille sur le nombre des sensilles.

L'analyse de la covariance est conduite pour les mâles de 18 espèces, la largeur du labre étant pris comme covariable. Les valeurs de P seulement sont indiquées.

N=18	Largeur du labre	Famille
A1	<0.001	0.958
A2	<0.001	0.828
A3	<0.001	0.673
A10	0.003	0.007

Les composés chimiques contenus dans les feuilles des plantes sont évalués par des sensilles spécifiques des insectes. Il y a une composante olfactive prise en compte par une série de sensilles de différentes catégories au niveau des antennes (CHEN *et al*, 2003; DUMAS *et al*, 2010).

L'étude des sensilles au niveau du labre concerne le goût du jus venant des feuilles écrasées. Les espèces forbivores (*Pamphagus spp*) portent plus des sensilles de type A1, A2 et A3 que les espèces ambivores, ce qui pourrait être interprété par une diminution du nombre de sensilles quand la proportion de Poaceae augmente. En effet, les métabolites secondaires sont moins abondants dans les herbes que dans les dicotylédones (DUMAS *et al*, 2010).

Le faible nombre de sensilles A10 est seulement mis en évidence lorsque les espèces polyphages (principalement Pamphagidae) qui sont comparées à des espèces graminivores (Acrididae).

Comme le cycle de vie de Pamphagidae en Algérie est généralement restreint pour une courte période au printemps, nous avons fait une hypothèse que le régime polyphage est une adaptation qui maximise la consommation de la nourriture. Cette vue est soutenue par la biologie de *Dociostaurus maroccanus* (Acrididae, Gomphocerinae) qui se nourrit progressivement d'une gamme de plus en plus large d'espèces végétales, y compris les dicotylédones, lorsque la végétation devient sèche (BENHALIMA *et al*, 1984).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Parmi les 25 espèces acridiennes de Pamphagidae recensées en Algérie, y compris la nouvelle espèce décrite, seize (16) sont présentes dans l'Est Algérien. Notre travail témoigne d'une grande richesse en espèces appartenant à la famille des Pamphagidae, au niveau du Parc National de Belezma. Ce dernier abrite dix espèces. La station étudiée se trouvant à 1200 mètres d'altitude est une steppe non-dégradée avec prédominance de deux espèces végétales : *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba-alba*. Une exploitation très approfondie au niveau de ce Parc pourrait nous permettre de trouver de nouveaux taxons.

Nos résultats sont surprenants. Nous pensions d'après la bibliographie que *P. djelfensis* et *P. auresianus* étaient des espèces vicariantes, l'une dans la région de Djelfa et l'autre dans les Monts des Aurès. En fait, les deux espèces coexistent au niveau du Parc. Ce phénomène méritera d'être approfondi pour comprendre l'isolement génétique entre les deux espèces du même complexe.

De l'analyse de la description précédente, il ressort que les caractères du complexe phallique varient d'un genre ou d'une espèce à l'autre. Ces variations intéressent essentiellement les valves apicales et basales du pénis et le cingulum. Les valves apicales et basales varient généralement dans leurs formes et leur volume, alors que la variation du cingulum s'exprime en degré de sclérotinisation.

L'analyse des travaux effectués dans d'autres régions du pays nous a permis de définir certaines contraintes climatiques de la plupart de certaines espèces. Nous avons illustré ces données par des bioclimogrammes. Par conséquent, nous confirmons que les étages méditerranéens semi-aride à hiver frais et sub-humide à hiver froid correspondent aux conditions les plus favorables pour la famille des Pamphagidae.

La coexistence de plusieurs espèces de Pamphagidae au niveau de la même station implique-t-elle une compétition interspécifique ? Dans le cas du groupe *Pamphagus djelfensis*, nous avons montré que la composition de la plante n'établit pas une distinction entre les espèces. La réponse de cette question est liée au contexte du cycle de vie de chaque espèce : les larves et les adultes sont manifestement présents en grand nombre, au printemps lorsque la végétation est dense et diversifiée, avant l'apparition de la sécheresse d'été. Par conséquent, l'approvisionnement alimentaire n'est pas un facteur limitant pour ces espèces. La

séparation entre les espèces a des composantes génétiques liées au comportement et / ou à la reproduction et non à la différenciation dans les types du régime alimentaire. Le même raisonnement peut être appliqué pour les deux espèces de *Tmethis*. En revanche, *O. volxemii* et *A.calabra* ne se concurrencent pas dans le même site, en raison des préférences alimentaires divergentes.

Nous avons vérifié que les sensilles du labre sont beaucoup plus denses chez les Pamphagidae que chez les Acrididae, en raison de leur grand labre. Par contre, pour les catégories de sensilles A1, A2 et A3, la distribution dans les deux familles est similaire. Par ailleurs, nous montrons une différence significative dans le nombre de sensilles A10 entre les deux familles. Le faible nombre de sensilles A10 est seulement mis en évidence lorsque les espèces polyphages (principalement les Pamphagidae) sont comparées avec des espèces graminivores (Acrididae).

La famille des Pamphagidae est mal connue dans le monde et particulièrement en Algérie. Cependant, cette étude préliminaire reste incomplète et mérite d'être mieux approfondie. Afin de parfaire le présent travail, il est nécessaire de faire une révision générale de toutes les espèces de Pamphagidae avec des travaux similaires élargis à d'autres régions du pays.

Notre travail porte une certaine originalité sur l'identification, le régime alimentaire des espèces inventoriées. Ce travail reste encore incomplet. Nous envisageons d'élargir nos échantillonnages à d'autres régions de l'Est algérien et faire une étude détaillée de chacune des espèces inventoriées.

Dans les perspectives il faut envisager de développer les études sur les Pamphagidae à différents niveaux à l'échelle nationale. Il serait utile d'établir des cartes de répartition fine des espèces algériennes. De même les relations trophiques, il serait nécessaire d'approfondir les travaux systématiques même s'il faudrait utiliser de nouvelles techniques comme la biologie moléculaire pour déterminer les espèces et sous-espèces. Enfin, un travail complémentaire sur les cycles de développement et les stratégies de reproduction devrait être engagé.

BIBLIOGRAPHIES

BIBLIOGRAPHIES

AIOUAZ M., BOUFERSAOUI A., 1973. Cycle biologique et croissance morphométrique de *Pamphagus elephas* (L.). *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Afrique du Nord*, Alger, 64: 39-50.

AMEDEGNATO C., 1976. Structure et évolution des génitalia chez les Acrididae et familles apparentées. *Acrida* 5, 1-16.

APPERT J., DEUSE J., 1982. Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques. Ed. Maisonneuve et La rose, Paris, 420 pp.

BARATAUD. J., 2005. Orthoptères et milieux littoraux Influence de la gestion des habitats herbacés et enjeux pour la biodiversité, BTS Gestion des Espaces Naturels, Session 2003 – 2005, 48 pp.

BELLMANNH ET LUQUET G., 1995. Guide des sauterelles grillons et criquets d'Europe Occidentale. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 383 pp.

BENHALIMA T., GILLON Y., & LOUVEAUX A., 1984. Utilisation des ressources trophiques par *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815). (Orthoptera, Acrididae). Choix des espèces consommées en fonction de leur valeur nutritive. *Acta Oecologia, Oecologia Generalis*, 5(4), 383-406.

BENFEKIH L., 1998. Données préliminaires sur la bioécologie de la sauterelle marocaine *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) (Orthoptera, Gomphocerinae) dans la région d'Ain Boucif. Thèse de Magister en Agronomie. Institut National Agronomique El-Harrach, Alger.

BENFEKIH L., 2006. Recherches quantitatives sur le criquet migrateur *Locusta migratoria* (Orth. Oedipodinae) dans le Sahara algérien. Perspectives de lutte biologique à l'aide de microorganismes pathogènes et de peptides synthétiques. Thèse. Doct. Sciences agronomiques, INA., Alger, 140 pp.

BENFEKIH L., PETIT D., 2010. The populations of *Locusta migratoria cinerascens* (Orthoptera: Acrididae: Oedipodinae) in Algerian Sahara: life cycle. *Annales de la Société Entomologique de France*, 46 (3–4), 351-358.

BENFEKIH L., FOUCART A & PETIT D., 2011. Central Saharan populations of *Locusta migratoria cinerascens* (Orthoptera: Acrididae) in irrigated perimeters: is it a recent colonization event? *Annales de la Société Entomologique de France*, in press.

BENHALIMA., 1983. Etude expérimentale de la niche trophique de *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) en phase solitaire au Maroc. Thèse Doc. Ing Paris, 178 pp.

BENHALIMA., GILLON Y & LOUVEAUX., 1984. Utilisation des ressources trophiques par *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) (Orthoptera, Acrididae). Choix des espèces consommées en fonction de leur nutritive. *Acta. Oecol. Gent. Vol.5 (4) : 383-406.*

BENKENANA N., 2006. *Etude biosystématique et quelques aspects bio-écologiques des espèces acridiennes d'importance économique de la région de Constantine*. Thèse de Magistère, Université Mentouri, Constantine. 160 pp.

BENKENANA N., HARRAT A., & PETIT D., 2012. The Pamphagidae (Orthoptera) from East Algeria and description of a new species. *Zootaxa*, 3168, 22–38.

BENMADANI S., 2010. *Biosystématique des Orthoptères de la région de Djelfa. Régime alimentaire de quelques espèces du genre Euryparaphes*. Thèse de Magistère en Sciences agronomique, ENSA El-Harrach, Alger.

BENZARA A., TOUATI M., DOUMANDJI-MITICHE B & DOUMANDJI S.E., 1993. Régime alimentaire du genre *Calliptamus* (Serville, 1831) (Orthoptera - Acrididae) sur le littoral oriental algérois. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen*, 58(2).

BIONDI M., MASSA B., 1995. Le specie nordafricane e italiane del genere *Acinipe* (Orthoptera Pamphagidae). *Fragmenta Entomologica*, 27(1), 61–115.

BRISOUT DE BARNEVILLE., 1850. *Annales de la Société Entomologique de France*. 28:LXIII (not 63).

BOUFERSAOUI A., 1971. Développement post-embryonnaire de l'intestin moyen chez *Pamphagus elephas* L. (Orthoptera, Acrididae). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, tome 62, Fasc. 1 et 2, pp. 55-72.

BOUFERSAOUI A., 1977. Contribution à l'étude du développement de l'appareil digestif (intestin moyen) et du contrôle de ce développement chez des insectes Orthoptères - Thèse de Doctorat d'État Es sciences, UER des Sciences de la nature, Université de Nantes, France. 155 p.

BOUFERSAOUI A., MATZ G., 1968. Etude de *Pamphagus elephas* L. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, t. 59, 8 p.

BOITIER, E. 2004. Caractérisation écologique et faunistique des peuplements d'orthoptères en montagne auvergnate. *Matériaux Orthoptériques et Entomocénétiques*, 9 : 43-78.

BOUNECHADA M., DOUMANDJI S., 2003. Research on *Ocneridia volxemi* Bol. (Pamphagidae, Orthoptera) in Setifian high plains (North-Eastern of Algeria). *Eight Arab Congress of Plant Protection*. El-Beida, Libya, 24.

BUTET A., 1985. Méthode d'étude du régime alimentaire d'un rongeur polyphage (*Apodemus sylvaticus* L., 1758) par l'analyse microscopique des fèces. *Mammalia*, 49, 455-483.

CHERAIR H., 1994. Contribution à l'étude du développement ovarien et du régime alimentaire de *Calliptamus barbarus* (Costa, 1836) (Orthoptera, Acrididae) dans deux bioclimats Sub-humide et Semi-aride. Thèse. Magister Inst. Nat. Agro, El-Harrach 119 pp.

CHAPMAN R. R., THOMAS J.H., 1978. The numbers and distribution of sensilla on the mouthparts of Acridoidea. *Acrida*, (7), 115–148.

- CHAPMAN R.F., JOERN A., 1990. *The chemoreceptors*, in: R.F. Chapman, A. Joern (Eds.), *Biology of Grasshoppers*, John Wiley & Sons, 563 pp.
- CHEN H.H., ZHAO Y.X., & KANG L., 2003. Antennal sensilla of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) in relation to food preferences and habits. *Journal of Biosciences*, 28, 743-752.
- CHOPARD L., 1938. *La biologie des Orthoptères*. Ed. Lechevalier, Paris 541 pp.
- CHOPARD L., 1943. *Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord. Faune de l'empire français 1*. Paris (Librairie Larose). 450 pp.
- CLARKE K.R., 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18, 117–143.
- DESCAMPS M., MOUNASSIF M., 1972. Le complexe *Orchamus*, *Paracinipe*, *Acinipe* et *Pamphagus* (Acridomorpha Pamphagidae). *Acrida*, 1, 247–303.
- DIRSH V M., 1965. *The African genera of Acrididea*. Anti- locust research center , Combridge Univ . Press, 579 pp.
- DOUMANDJI S., DOUMANDJI – MITTICHE B., KHOUDOUR A & BENZARA A., 1993. Pullulation de sauterelles et de sauteriaux dans la région de Bordj Bouarreridj (Algérie), *Med. Fac. Landbouw, Univ. Gent*, 58 (2a), 329- 337.
- DOUMANDJI S., DOUMANDJI – MITTICHE B & TARAI N., 1993. Les peuplements orthoptérologiques dans les palmeraies à Biskra : Etude du degré d'association entre les espèces d'orthoptères. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent*, 58 a, 355-360.
- DOUMANDJI S., DOUMANDJI – MITTICHE B., 1994. *Criquets et sauterelles (Acridologie)*, Ed. OPU. (Office de Publications Universitaire), 99pp.
- DREUX P ., 1962. *Recherche écologique et biogéographique sur les Orthoptères des alpes Française*. Thèse. Doc. D'état, Zoologie, Montpellier, 625 pp.
- DREUX P., 1972. *Recherche de terrain en auto-écologie des Orthoptères*. *Acrida*,. 305-330.
- DREUX P ., 1980. *Précis d'écologie* Ed. Presse Univ. France Paris, 231 pp.
- DURANTON J. F., LAUNOIS – LUONG M. H &LECOQ M., 1982a. *Manuel de prospection acridienne en zone Tropicale sèche*. Ed. G. E.R.D.A. T. Paris, T. 1. , 695 pp.
- DURANTON J. F., LAUNOIS – LUONG M. H & LECOQ M., 1982 b. *Manuel de prospection acridienne en zone Tropicale sèche*. Ed. G. E.R.D.A. T. Paris, T. 2. , 707-1495.
- DURANTON J. F., LAUNOIS – LUONG M. H & LECOQ M., 1987. *Guide antiacridien du Sahel*. Ed. Cirad. Prifas. 345 pp.
- DUMAS P., TETREAU G., & PETIT D. 2010. Why certain male grasshoppers have clubbed antennae? *Comptes Rendus de Biologies*, 333, 429–437.

- 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/> April, 2011.
- ELGHADRAOUI L., PETIT D., PICAUD F & EL YAMANI J., 2002. Relationship between labrum sensilla number in the moroccan locust *Dociostaurus maroccanus* and the nature of its diet. *Journal of Orthoptera Research*, 11(1), 11–18.
- FELLAOUINE R., 1984. Contribution à l'étude des sauteriaux nuisibles aux cultures dans la région de Sétif. Thèse d'ingénieur, Institut National Agronomique El-Harrach, Alger, 1984.
- FLOOK P. K., KLEE S., ROWELL C. H. F. 1999. Combined molecular phylogenetic analysis of the Orthoptera. (Arthropoda, Insecta) and implications for their higher systematics. *Syst. Biol.* 48(2):233–253.
- FLOOK P. K. KLEE S., ROWELL C. H. F. 2000. Molecular phylogenetic analysis of the basal Acridomorpha (Orthoptera, Caelifera): resolving morphological character conflicts with molecular data. *Mol. Phyl. Evol.* 15: 345-354.
- GANGWERE S K., 1961. A monograph on food selection in Orthoptera. *Trans. Amer. Nt. Soc.* 87: 67- 230.
- GANGWERE S.K., MORALES-AGACINO E., 1973. Food selection and feeding behavior in Iberian Orthopteroidea (1) (2). *Anales del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Serie Protección Vegetal*, 3, 251-337.
- GUEGUEN A, 1989. Cartographie et qualités bio-indicatrices des orthoptères. Utilisations des inventaires d'invertébrés pour l'identification et la surveillance d'espèces de grand intérêt faunistique. Secrétariat de la faune et de la flore ed. 126 - 138.
- GUENDOZ-BENRIMA A., DURANTON J.F & DOUMANDJI-MITICHE B., 2010. Préférences alimentaires de *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) à l'état Solitaire dans les biotopes du Sud Algérien. *Journal of Orthoptera Research*, 19(1), 7–14.
- GUENDOZ-BENRIMA A., DOUMANDJI MITICHE B & PETIT D., 2011. Effects of weak climatic variations on assemblages and life cycles of Orthoptera in North Algeria. *Journal of Arid Environments*. 75, 416-423.
- HAMMER D.A.T., HARPER P.D. & RYAN P.A.S., 2001. Paleontological statistics software package for education and data analysis, *Palaeontologica Electronica* (9)http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- HARZ K., 1975. *The Orthoptera of Europe*. Vol. 2. *Junk edition*, The Hague.
- HASKELL T.P., MORDUE A J., 1969. The role of mouthpart receptors in the feeding behaviour of *Schistocerca gregaria*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 12, 591-610.
- HOULBERT C., 1923. Thysanoures, Dermaptères et Orthoptères. France et faune européenne. Ed. Gaston Doin, Paris, T.I, 377pp.

IHSAN S ., 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.

IHSAN S ., 1988. Systématique des acridiens du proche orient. Aspects physiologiques et ultra structuraux d'une embryogenèse avec diapause chez *Locusta migratoria* (Linné, 1758). Thèse Doc. Univ. P.M. Curie, France, 208 pp.

INWARD D., BECCALONI G., EGGLETON P. 2007. Death of an order: a comprehensive molecular phylogenetic study confirms that termites are eusocial cockroaches. *Biol. Letters* 3:331-335.

KARA F.Z., 1997. Etude de quelques aspects écologie et régime alimentaire de *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) (Orthoptera, Cyrtacantacridinae) dans la région d'Adrar et en conditions contrôlées. Thèse Magister Sci. Agro. Inst. Nat. Agro, El-Harrach, 182 pp.

KORSAKOFF M., 1941. Contribution à l'étude des Pamphaginae de l'Afrique du Nord. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Afrique du Nord, Alger*, 32, 352-369.

LADRON DE GUEVARA R.G., PAVON BENITO J & PRESA J.J., 2009. Outbreak of *Acinipe deceptor* (Bolivar, 1878) and *Acinipe segurensis* (Bolivar, 1908) (Orthoptera: Pamphagidae) in Castilla-La Mancha (Iberian Peninsula). *Anales de Biología*, 31, 33-35.

LA GRECA M., 1998. Biogeography of the Palaearctic Pamphagidae (Orthoptera). *Memorie Società entomologica italiana*, 77,123-159.

LAUNOIS-LUONG M.H. 1975. Méthode d'étude dans la nature du régime alimentaire du criquet migrateur *Locusta migratoria capito* (Sauss). *Annales de Zoologie Ecologie Animale*, Paris, 8(1), 25-32.

LAUNOIS. LUNG M., 1976. Méthodes d'études dans la nature du régime alimentaire du criquet migrateur *Locusta migratoria*. *Ann. Zoo.Ecol. an.Vol. 8 (1): 25-32.*

LEGALL P., 1989. Le choix des plantes nourricières et la spécialisation trophique chez les Acridoidea (Orthoptera). *Bull. écol, T. 20, 245-261.*

LEGALL P., GILLON Y., 1989. Partage des ressources et spécialisation trophique chez les acridiens (Insecte, Orthoptera, Acridomorpha). Non graminivores dans la Savane pré-forestière. (Lamto, cote d'Ivoire). *Acta. Oecologica Oecol. génér ; 10, 51-74.*

LECOQ M., 1978. Biologie et dynamique d'un peuplement acridien soudanien en Afrique de l'Ouest. *Ann. Soc. Ent., France, (4): 603-681.*

LUCAS H., 1851. Quelques remarques géographiques sur les Acridites qui habitent les possessions françaises du nord de l'Afrique, et description de deux nouvelles espèces appartenant à cette famille. *Annales de la Société Entomologique de France*, 9, 349-383.

MASSA B., 1992. Due nuove specie di *Pamphagus* Thunberg dell'Algeria e Marocco (Orthoptera, Pamphagidae). *Frustula entomologica*, Pisa, 13.

- MASSA B., 1996. Le specie del genere *Paracinipe* Descamps & Mounacif del gruppo Zebrata(Brunner) (Insecta Orthoptera Pamphagidae). *Naturalista siciliana*, 20(1-2), 71-97.
- MASSA B., BIONDI M., 1987. Le specie del genere *Ocneridia* Bolivar 1912 (Orthoptera, Pamphagidae). *Annales de la Société Entomologique de France*, 23(2), 169-174.
- MASSA B., CUSIMANO G., 1979. Note sulla biologia e l'accrescimento di *Pamphagus marmoratus* Burm. e *P. sardeus* (Herrich-Schaeffer) (Insecta Orthoptera). *Naturalista Siciliana*, 3, 27-38.
- MASSA B., LO VERDE G., 1990. Ciclo biologico delle specie del genere *Pamphagus* Thunberg 1815 (Orthoptera, Pamphagidae). *Frustula entomologica n.s.*, 13 (26), 213-224.
- MASSA B., LO VALVO M. & LO VERDE G., 1993. Le specie del genere *Pamphagus* Thunberg 1815 (Orthoptera, Pamphagidae). *Museo Regionale di Scienze Naturali* (Turin), 11(2), 445-467.
- MAUREL H., 2008. Premiers inventaires des Orthoptères de la « collection systématique » du laboratoire de zoologie de l'Institut National Agronomique d'El-Harrach (Algérie) (Ensifera, Caelifera). *Matériaux entomocénologiques*, 13, 33-42.
- MOUNASSIF M., 1972. Le complexe *Orchamus*, *Paracinipe*, *Acinipe* et *Pamphagus* (Acridomorpha Pamphagidae). *Acrida*, Paris, 1, 247-303.
- MOUSSI A., ABBA A., HARRAT A. & PETIT D., 2011. Desert acridian fauna (Orthoptera, Acridomorpha): comparison between steppic and oasian habitats in Algeria. *Comptes Rendus de Biologies*, 334, 158-167.
- OULD ELHADJ M.D., 1992. Bioécologie des sauterelles et sauteriaux des trois Zones au Sahara. Thèse. Magister Inst. Nat. Agro, El-Harrach, 85 pp.
- OULD ELHADJ M.D., 2001. Etude du régime alimentaire de cinq espèces d'Acridiens dans les conditions naturelles de la cuvette d'Ouargla (Algérie). *Sciences & Technologie*, 16, 73-80.
- OULD ELHADJ M.D., 2004. Le problème acridien au Sahara algérien. Thèse Doc. Sci. Agro. Inst. Nat. Agro, El-Harrach, 276 pp.
- PICAUD F., GLOAGUEN V & PETIT D., 2002. Mechanistic aspects to the feeding preferences in *Chorthippus binotatus* (Acrididae, Gomphocerinae). *Journal of Insect Behavior* 15(4), 513-526.
- PICAUD F., BONNET E., GLOAGUEN V & PETIT D., 2003. Decision making for food choice by grasshoppers (Orthoptera, Acrididae): comparison between a specialist species on a shrubby legume and three graminivorous species. *Environmental Entomology* 32(3), 680-685.
- PRAT H., 1932. L'épiderme des graminées. Etude anatomique et systématique. *Annales des Sciences naturelles, Botanique*, 10ème série.

QUEZEL P., SANTA S., 1962–1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, 2 volumes, CNRS édition, Paris.

RACCAUD-SCHOELLER., 1980. Les insectes. Physiologie et développement. Ed. Masson, Paris ,300 pp.

SAMSON. D., 2004. Questions sur une invasion, éd., Radio France Internationale, 2.

SAUVAGE C., 1963. *Etages bioclimatiques*. Comité National de géographie du Maroc. Atlas du Maroc, notices explicatives, section II: physique du globe et météorologie, Rabat.

SELTZER P., 1946. Le climat de l'Algérie, vol. 1. Carbonel, Alger.

SPSS inc., 1997. SYSTAT ver., the System for Statistics. Inc, Evanston, IL.

SEGHIER M., 2002. Etude bioécologique des Orthoptères dans trois milieux différents. Régime alimentaire de *Calliptamus barbarus*(Orthoptera , Acrididae) dans la région de Médéa Thèse. Magister Inst. Nat. Agro, El-Harrach, 181 pp.

SOFRANE.Z., 2006. Contribution à l'inventaire et étude bioécologique du peuplement acridien dans la région de Sétif. Etude du régime alimentaire d'*Acrotylus p.patrueilis*. Thèse de Magistère, Université Mentouri, Constantine. 161 pp.

TAKARI DAN BAJO A., 2001.Cycle biologie de *Schistocerca gregaria* (Forskal, 1775) (Orthoptera , Cyrtacantacridinae) sur Brassica oleracea(Crucifère). Etude comparatives de la toxicité de 3 plantes acridifuges chez les larves du cinquième stade et les adultes de cet acridien. Thèse. Ing. Agr. Inst. Nat. Form. Sup. Agro. Sah. Ouargla , 89 pp .

TARAI N., 1991. Contribution a l'étude bioécologique des peuplements orthoptérologiques dans la région de Biskra et régime alimentaire de *Aiolopus thalassinus* (Fabricius, 781) Thèse. Ing. Agro. Inst.Nat. Agro, El-Harrach, 120 pp.

THOMAS J.G., 1966. The sense organs on the mouthparts of the desert locust (*Schistocerca gregaria*). *Journal of Zoology*, London, 148, 420-448.

TRAUTWEIN M.D., WIEGMANN B.M., BEUTEL R., KJER K.M., YEATES D.K. 2012. Advances in Insect Phylogeny at the Dawn of the Post genomic Era. *Annual Review of Entomology* 57: 449-468.

UVAROV B., 1977. *Grasshoppers and Locusts*, vol 2. Centre for Overseas Pest Research, University Press, Cambridge, 613 pp.

ZHANG D., LI X., WANG W., YIN H., YIN Z & YIN X., 2005. Molecular phylogeny of somegenera of Pamphagidae (Acridoidea, Orthoptera) from China based on mitochondrial 16S rDNA sequences. *Zootaxa*, 1103, 41–49.

VOISIN J.F., 1986. Une méthode simple pour caractériser l'abondance des Orthoptères en milieux ouverts. *L'entomologiste*, n° 42 : 113-119.

VOSSELER J., 1902. Beiträge zur faunistik und biologie der Orthopteren Algeriens und Tunesiens. *Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere*, 16, 337–404.

ANNEXES

Annexe 2. Analyse morphométrique d'*Ocneridia volxmii* et *O.longicornis*

Abréviation : Tet : tête L_tho : longueur du thorax l_tho_ : Largeur du thorax L_pronot : longueur du pronotum l-pronot : largeur du pronotum Lf : Longueur du fémur postérieur lf : largeur de fémur postérieur Ab : abdomen

	tet	L_tho_v	l_tho_v	L_pronot	lpronot	Lf	lf	Ab	l/L
OV_M1	0,4	0,48	0,42	0,5	0,52	1,1	0,35	0,9	0,32
OV_M2	0,35	0,5	0,5	0,42	0,5	0,98	0,36	1,1	0,37
OV_M3	0,3	0,5	0,45	0,42	0,5	0,88	0,38	1,15	0,43
OV_M4	0,35	0,6	0,6	0,45	0,5	1	0,35	1,1	0,35
OV_M5	0,4	0,6	0,7	0,6	0,55	1,2	0,38	1,1	0,32
OV_M6	0,4	0,6	0,7	0,5	0,7	1	0,4	1,2	0,40
OV_M7	0,4	0,52	0,48	0,43	0,53	0,85	0,33	0,85	0,39
OV_M8	0,35	0,55	0,62	0,5	0,6	0,95	0,4	1,1	0,42
OV_M9	0,42	0,55	0,62	0,45	0,52	1	0,38	1,18	0,38
OV_M10	0,35	0,5	0,45	0,5	0,45	1	0,32	0,9	0,32
OV_F1	0,48	0,76	0,85	0,8	0,92	1,32	0,45	1,75	0,34
OV_F2	0,48	0,65	0,78	0,76	0,92	1,25	0,4	1,65	0,32
OV_F3	0,5	0,85	0,95	0,95	0,9	1,45	0,49	2	0,34
OV_F4	0,55	0,85	0,95	0,92	1	1,55	0,6	2	0,39
OV_F5	0,48	0,76	0,9	0,73	0,9	1,35	0,45	1,7	0,33
OV_F6	0,57	0,8	0,88	0,95	1,02	1,55	0,54	1,9	0,35
OV_F7	0,47	0,72	0,75	0,66	0,9	1,24	0,4	1,62	0,32
OV_F8	0,5	0,75	0,85	0,78	0,87	1,34	0,45	1,5	0,34
OV_F9	0,5	0,65	0,75	0,68	0,82	1,25	0,42	1,8	0,34
OV_F10	0,5	0,75	0,82	0,82	0,95	1,5	0,45	1,75	0,30
<i>OL</i> _M1	0,45	0,65	0,65	0,53	0,63	1,15	0,4	1,2	0,35
OL_M2	0,4	0,65	0,67	0,6	0,65	1,15	0,4	1	0,35
OL_M3	0,45	0,65	0,7	0,6	0,68	1,18	0,45	1,2	0,38
OL_M4	0,45	0,5	0,58	0,48	0,6	1	0,37	1,1	0,37
OL_M5	0,37	0,47	0,51	0,45	0,55	0,9	0,36	0,9	0,40
OL_M6	0,4	0,5	0,5	0,5	0,55	0,95	0,35	1,3	0,37
OL_M7	0,37	0,5	0,6	0,43	0,58	0,95	0,32	0,95	0,34
OL_M8	0,3	0,43	0,5	0,45	0,6	0,96	0,36	1	0,38
OL_F1	0,5	0,6	0,7	0,95	1,13	1,5	0,5	1,8	0,33
OL_F2	0,45	0,65	0,73	0,72	0,88	1,3	0,42	1,7	0,32
OL_F3	0,5	0,75	0,9	0,8	0,98	1,45	0,45	1,75	0,31
OL_F4	0,5	0,7	0,75	0,8	0,9	1,3	0,5	1,7	0,38

Annexe 3. Analyse morphométrique du complexe *Pamphagus*

esp	Num	lfp	hfp	lfp/hfp	n épin	angle	h/l	m/l	l	h	m
<i>P.aures</i>	229	?	?	?	10	100	0,33	0,30	160	50	52
<i>P.aures</i>	238	?	?	?	10	110	0,32	0,28	165	50	44
<i>P.aures</i>	230	21	6	3	9	90	0,31	0,33	158	47	47
<i>P.aures</i>	221	22	6	3,66	7	105	0,30	0,27	156	46	48
<i>P.aures</i>	232	23	7	3,28	15	95	0,30	0,30	168	49	48
<i>P.aures</i>	47K	22,5	6,5	3,46	7	95	0,29	0,31	162	48	65
<i>P.aures</i>	234	?	?	?	9	110	0,29	0,29	165	48	53
<i>P.aures</i>	166	22	7	3,14	11	100	0,30	0,40	175	50	46
<i>P.aures</i>	x	22	6,5	3,33	16	100	0,27	0,24	165	46	50
<i>P.aures</i>	219	23	7	3,28	9	100	0,27	0,24	164	45	41
<i>P.aures</i>	56	24	7	3,42	6	90	0,27	0,30	170	46	50
<i>P.aures</i>	195	22,5	6,5	3,62	10	95	0,24	0,27	168	45	40
<i>P.aures</i>	226	24	7	3,42	12	90	0,23	0,29	168	45	41
<i>P.djelf</i>	227	21,5	7	3,07	14	90	0,29	0,26	120	32	42
<i>P.djelf</i>	233	21	7	3	14	100	0,27	0,25	132	35	40
<i>P.djelf</i>	168	20	6	3	8	100	0,26	0,27	166	43	44
<i>P.djelf</i>	231	20	6,5	3,07	18	105	0,25	0,28	170	43	48
<i>P.djelf</i>	240	20	6,5	3,07	15	90	0,24	0,29	186	47	53
<i>P.djelf</i>	199	20	6,5	3,07	9	85	0,23	0,29	160	40	45
<i>P.djelf</i>	212	21	6,5	3,2	14	90	0,23	0,33	177	56	50
<i>P.batna</i>	21K	21	7	3	7	80	0,29	0,32	176	43	48
<i>P.batna</i>	40K	22	7,5	2,93	5	90	0,28	0,30	132	32	42
<i>P.batna</i>	15K	21,5	8	2,68	6	100	0,27	0,29	170	40	50
<i>P.batna</i>	220	22	7	3,14	8	90	0,24	0,32	173	40	46
<i>P.batna</i>	228	22	7	3,14	10	80	0,22	0,26	132	30	38
<i>P.batna</i>	210	21,5	7,5	2,86	6	100	0,22	0,27	168	38	49
<i>P.batna</i>	21	?	?	?	5	90	0,19	0,35	177	40	59
?	119	?	?	?	11	95	0,27	0,35	175	58	53
?	216	?	?	?	15	85	0,25	0,28	170	38	45
?	217	?	?	?	14	80	0,25	0,28	170	38	46
?	208	?	?	?	10	100	0,23	0,27	62	12	22

Annexe 4.

Tableau (1). Le taux de recouvrement (RG) de chaque espèce végétale dans la station de Belezma

Famille	Espèce	RG (%)	%Famille
Alliaceae	<i>Allium flavum</i> L.	6.88	6.88
Apiaceae	<i>Bupleurum semicompositum</i> L.	0.65	1.63
	<i>Elaeoselinum</i> sp	0.98	
Asteraceae	<i>Artemisia herba-alba</i> Asso.	12.78	24.51
	<i>Asteriscus spinosus</i> (L.) Cass.	0.32	
	<i>Bonbycilaena erecta</i> = <i>Micropus bombycinus</i> (Desf.) Koch ex DC	1.96	
	<i>Carthamus</i> sp	0.98	
	<i>Centaurea incana</i> subsp <i>pubescens</i>	1.31	
	<i>Centaurea pseudosinaica</i>	0,32	
	<i>Centaurea parviflora</i> Lam.	1.63	
	<i>Cynaracardunculus</i> L.	1.31	
	<i>Filago</i> sp.	0.65	
	<i>Picris cupuligera</i> (Durieu) Walp.	1.96	
	<i>Santolarosmarinifolia</i> L.	0.98	
<i>Scorzonera laciniata</i> L.	0,32		
Borraginaceae	<i>Echium pycnanthum</i> (Pomel)Greuter&Burdet.	0.65	0.65
Brassicaceae	<i>Brassic</i> sp	0.65	0.65
Caryophyllaceae	<i>Bufo nati tenuifolia</i> L.	0.65	0.65
Cistaceae	<i>Helianthemum ledifolium</i>	0.65	0.97
	<i>Helianthemum</i> sp. (L.) Mill.	0.32	
Cupressaceae	<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	0.32	0.32
Dipsacaceae	<i>Lomelosia stellata</i> subsp <i>monspeliensis</i> (L.) Raf. (= <i>Scabiosa stellata</i> subsp. <i>monspeliensis</i>)	0.65	0.65
Fabaceae	<i>Genista microcephala</i> Coss. & Durieu.	2.38	4.31
	<i>Astragalus armatus</i> Willd.	0.32	
	<i>Calicotome spinosa</i> (L.)Link.	0.32	
	<i>Medicago hispida</i> Gaertn .	0.65	
	<i>Melilotus indicus</i> (L.) All.	0,32	
	<i>Retama sphaerocarpa</i> (L.) Boiss.	0.32	
Gentianaceae	<i>Centaureum umbellatum</i>	0.32	0.32
Globularieae	<i>Globularia alypum</i> L.	2.62	2.62
Lamiaceae	<i>Teucrium polium</i> L.	0.65	6.21
	<i>Teucrium pseudo-chamaepestis</i> L.	2.29	
	<i>Thymus ciliatus</i> subsp <i>ciliatus</i> (Desf.) Greuter&Burdet.	3.27	
Labiaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	0,32	0.32
Ombellifereae	<i>Elaeoselinum thapsioides</i>	0,98	0.98
Plantaginaceae	<i>Plantago albicans</i> L.	3.27	3.27
Poaceae	<i>Bromus scoparius</i> L.	0.98	27.86
	<i>Vulpia ciliata</i> Dumort.	0.98	
	<i>Echinaria capitata</i> (L.) Desf.	1.31	
	<i>Stipa tenacissima</i> L.	24.59	
Ranunculaceae	<i>Nigella arvensis</i> L.	4.59	4.91

	<i>Delphinium pentagynum</i> Lam.	0.32	
Resedaceae	<i>Reseda phyteuma subsp collina</i> (Müll.Arg.) Batt.	0.65	0.65
Rutaceae	<i>Rutamontana</i> L.	0.32	0.32
Zygophyllaceae	<i>Peganumharmala</i> L.	1.31	1.31
Total : 21	45		

Tableau (2). Le taux de recouvrement de chaque espèce végétale dans la station d'Ain Mlila

Famille	Espèce	RG (%)	%Famille
Alliacées	<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill	2.02	2.02
Apiaceae	<i>Petroselinumcrispum</i> ?	2.02	2.02
Asteraceae	<i>Artemisia herba- alba</i> Asso	3.03	44.47
	<i>Anacyclusclavatus</i> (Desf.) Pers	2.02	
	<i>Micropusbombycinus</i> Lag	3.03	
	<i>Bombycilaenaerecta</i> (L.) Smoljan. = <i>Micropusbombicinus</i>	3.03	
	<i>Carduncellus</i> spL	4.04	
	<i>Carlinalanata</i> L	3.03	
	<i>Carthamuslanatus</i> L	4.04	
	<i>Centaureanicaeensis</i> All.	3.03	
	<i>Echinopsspinosus</i> L	3.03	
	<i>Filagospathulata</i> C. Presl.	3.03	
	<i>Mantisalca salmantica</i> (L.) Briq. & Cavill.	0.03	
	<i>Onopordummacracanthum</i> Schousb.	4.04	
	<i>Picnomonacarna</i> (L.) Cass.	2.02	
	<i>Picris cupuligera</i> (L.) Cass.	2.02	
<i>Scolymushispanicus</i> L	4.04		
Brassicaceae	<i>Hirschfeldia incana supsp geniculata</i> (Desf.) Maire	3.03	6.06
	<i>Rapistrumrugosum</i> (L.) All.	3.03	
Lamiaceae	<i>Marrubiumvulgare</i> L	4.04	8.08
	<i>Marrubium alysson</i> L.	4.04	
Malvaceae	<i>Malvasylvestris</i> L	2.52	2.52
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i> L	3.03	3.03
Plantaginaceae	<i>Plantagoalbicans</i> L	3.03	3.03
Poaceae	<i>Avenafatua</i> L	4.04	16.65
	<i>Bromusscoparius</i> L	4.54	
	<i>Hordeummurinum</i> L	4.04	
	<i>Oryzopsissp</i>	3.03	
	<i>Hordeumsp</i>	2.02	
Polygonaceae	<i>Beta vulgaris</i> maritima	2.02	2.02
Resedaceae	<i>Resedasp</i>	2.02	2.02
Zygophyllaceae	<i>Peganumharmala</i> L	5.05	5.05

Total : 13	32		
-------------------	-----------	--	--

Tableau (3). Le taux de recouvrement de chaque espèce végétale dans la station d'Oum ElBouaghi.

Famille	Espèce	RG (%)	%Famille
Alliacées	<i>Allium sp</i>	4.80	
Asteraceae	<i>Anacyclusclavatus</i> (Desf.) Pers.	3.20	26.6
	<i>Centaureasp</i>	4.80	
	<i>Leantodonsp</i>	1.60	
	<i>Onopordummacracanthum</i> Schousb.	2.60	
	<i>Picris cupuligera</i> (Durieu) Walp.	1.60	
	<i>Scolymushispanicus</i> L	3.20	
	<i>Urospermumdalechampii</i> (L.) F.W.Schmidt	1.60	
	<i>Rapistrumrugosum</i> (L.) All.	3.20	
Caryophyllaceae	<i>Bufoniatenuifolia</i> L	1.60	1.60
Euphorbiaceae	<i>Euphorbiasp</i>	3.20	3.20
Fagaceae	<i>Quercus ilex</i> L		
Geraniaceae	<i>Geraniumsp</i>	3.20	3.20
Lamiaceae	<i>Salviaverbenaca</i> L	3.20	3.20
Malvaceae	<i>Malvasylvestris</i> L	2.00	1.60
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i> L	1.60	1.60
Plantaginaceae	<i>Plantagoalbicans</i> L	4.80	4.40
Poaceae	<i>Avenafatua</i> L	6.40	30.10
	<i>Bromusrubens</i> L	4.80	
	<i>Hordeummurinum</i> L	4.80	
	<i>Loliumrigidum</i> Gaudin	6.10	
	<i>Oryzopsissp</i>	1.60	
	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.	3.20	
	<i>Trisetariapanicea</i> (Lam.) Maire	3.20	
Resedaceae	<i>Resedasp</i>	4.80	4.80
Total : 12	25		

Tableau (4). Le taux de recouvrement de chaque espèce végétale dans la station de Collo

Famille	Espèce	RG (%)	%Famille
Alliaceae	<i>Urgineamaritima</i> (L.) Baker.	2.64	2.64
Apiaceae	<i>Torilisarvensis</i> (Huds.) Link	4.93	4.93
Asteraceae	<i>Carduustenuiflorus</i> Curtis.	3.70	9.86
	<i>Chrysanthemumsegetum</i> L	4.93	
	<i>Tolpisbarbata</i> L.	1.23	
Brassicaceae	<i>Diplotaxissp</i>	3.70	3.70
Caryophyllaceae	<i>Polycarpontetraphyllum</i> (L.) L.	2.46	2.46

Cistaceae	<i>Cistusmonspeliensis</i> L.	6.17	6.17
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	2.46	2.46
Fabaceae	<i>Ornithopuscompressus</i> L.	2.16	12.02
	<i>Tetragonolobus</i> sp	3.70	
	<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	3.70	
	<i>Vicia sativa</i> L.	1.23	
	<i>Quercus ilex</i> L.	1.23	
Lamiaceae	<i>Menthapulegium</i> L.	4.93	7.39
	<i>Sidritissp.</i>	2.46	
Oleaceae	<i>Phyllyrea media</i> L.	1.23	1.23
Passifloraceae	<i>Passifloracaerulea</i> L.	1.23	1.23
Poaceae	<i>Avenafatua</i> L.	4.49	27.46
	<i>Briza maxima</i> L.	3.70	
	<i>Bromusmadritensis</i> L.	4.49	
	<i>Cynosuruselegans</i> Desf.	2.46	
	<i>Dactylis glomerata</i> L.	3.70	
	<i>Hordeummurinum</i> L.	2.46	
	<i>Oryzopsissp</i>	3.70	
	<i>Phalaris minor</i> Retz.	2.46	
Polygonaceae	<i>Rumex pulcher</i> L.	1.23	1.23
Ranunculaceae	<i>Ranunculusmuricatus</i> L.	1.23	3.69
	<i>Anemonecoronaria</i> L.	2.46	
Rosaceae	<i>Rubusulfifolius</i> Schott.	1.23	1.23
Total : 15	30		

Tableau (5). Le taux de recouvrement de chaque espèce végétale dans la station de Khirane.

Famille	Espèce	RG (%)	%Famille
Apocynaceae	<i>Neriumoleander</i> L	2.85	2.85
Asteraceae	<i>Bellis annua</i> L	4.28	24,26
	<i>Calendula arvensis</i> L	5.71	
	<i>Centaureapullata</i> L	4.28	
	<i>Scolymushispanicus</i> L	5.71	
	<i>Urospermumpicroides</i> L	4.28	
Cyperaceae	<i>Carex</i> sp	7.14	7.14
Fabaceae	<i>Medicagosp</i>	5.71	5.71
Oleaceae	<i>Oleaeuropaea</i> L	1.42	1.42
Palmaceae	<i>Chamaeropshumilis</i> L	7.14	7.14
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L	4.28	4.28
Rosaceae	<i>Malus communis</i> (Borkh.)	1.42	1.42
Zygophyllaceae	<i>Peganumharmala</i> L	2.85	2.85
Total : 9	13		

Tableau (6). Le taux de recouvrement de chaque espèce végétale dans la station de Babar

Famille	Espèce	RG (%)	%Famille
Apocynaceae	<i>Neriumoleander</i> L.	3.03	3.03
Asteraceae	<i>Crepisvesicaria</i> L.	3.03	18.17
	<i>Echinopsspinosus</i> L	4.54	
	<i>Hertiacheirifolia</i> (L.) Kuntze	6.06	
	<i>Senecionebrodensis</i> L.	4.54	
Brassicaceae	<i>Erucavesicaria</i> (L.) Cav.	6.00	6.00
Cupressaceae	<i>Cupressus sempervirens</i> L	9.09	9.09
Fabaceae	<i>Cytisusarboreus</i> (Desf.) DC.	1.51	10.10
	<i>Genistamicrocephala</i> Coss. &Durieu	9.09	
Pinaceae	<i>Pinushalepensis</i> Mill.	1.15	15.15
Poaceae	<i>Stipa parviflora</i> Desf..	30.30	30.30
Ranunculaceae	<i>Caltha palustris</i> L.	3.03	3.03
Resedaceae	<i>Resedasp</i>	6.06	6.06
Total : 09	13		

Tableau (7). Le taux de recouvrement de chaque espèce végétale dans la station d'Elhama

Famille	Espèce	RG (%)	%Famille
Anacardiaceae	<i>Schinus mollis</i> L.	7.69	7.69
Asteraceae	<i>Centaureasolstitialis</i> L	4.61	29.21
	<i>Scolymusmaculatus</i> L.	7.69	
	<i>Scolymushispanicus</i> L	6.15	
	<i>Silybummarianum</i> L	6.15	
	<i>Asteriscusspinosus</i> (L.) Sch.Bip.	4.61	
Brassicaceae	<i>Biscutelladidyma</i> .L	3.07	6.14
	<i>Raphanusraphanistrum</i> L	3.07	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbiasp</i> .	4.61	4.61
Fabaceae	<i>Ceratoniasiliqua</i> L	6.15	6.15
Malvaceae	<i>Malvasylvestris</i> L	12.3	12.3
Oleaceae	<i>Oleaeuropaea</i> L	1.53	1.53
Primulaceae	<i>Anagallis monelli</i> L	4.61	4.61
Rosaceae	<i>Eriobotryajaponica</i> (Thunb.) Lindl.	4.61	23.09
	<i>Prunus armeniaca</i> L.	18.46	
Thymelaeaceae	<i>Thymelaeahirsuta</i> (L.) Endl.	3.07	3.07
Total : 10	15		

Tableau (8).Le taux de recouvrement de chaque espèce végétale dans la station de Tidisse

Famille	Espèce	RG (%)	%Famille
Umbelliferae	<i>Daucus carota</i> L.	0.2	0.6
	<i>Foeniculumvulgare</i> Mill.	0.4	
Boraginaceae	<i>Lithospermumarvense</i> L.	0.1	0.1
Brassicaceae	<i>Brassica sp</i>	0.6	0.6
Caryophyllaceae	<i>Saponariaocymoides</i> L	0.3	0.3
Fabaceae	<i>Cicerarietinum</i> L	11	43.7
	<i>Lathyrussetifolius</i> L	7	
	<i>Melilolusmacrocarpa</i>	0.7	
	<i>Vicia faba</i> L	16	
	<i>Lens culinaris</i> Medik.	9	
Malvaceae	<i>Lavateracretica</i> L	5	5.2
	<i>Malvasylvestris</i> L	0.2	
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i> L	0.3	0,3
Poaceae	<i>Avenafatua</i> L	2.6	53 .1
	<i>Hordeummurinum</i> L	0.7	
	<i>Koeleriaphleoides</i> (Vill.) Pers.	1.5	
	<i>Loliumrigidum</i> Gaudin	1,1	
	<i>Triticumdurum</i> Desf.	47.0	
	<i>Phalaris nodosa</i> L.	0.2	
Total : 8	19		

Annexe 6. Le comptage des sensilles au niveau du labre pour chaque espèce (mâle et femelle).

	A1		A2		A3		A10		Tail								
<i>O.volxmii</i>																	
M	D	G	D	G	D	G	D	G	L	l		A1	A2	A3	A10	L	l
L1	61	68	38	47	33	34	36	37	2,9	3,1		129	85	67	73	2,9	3,1
L2	102	83	56	43	32	34			3	3,4		185	99	66		3	3,4
L3	107	101	35	42	28	31		51	2,5	2,7		208	77	59	102	2,5	2,7
L4		70	32	49	31	34	31	34				140	81	65	65		
L5	74	76	45	48	37	33			3	3,3		150	93	70		3	3,3
L6	42	32	31	33	15	16			2,2	2,2		74	64	31		2,2	2,2
L7			46	36	27	31			2,4	3		82	58			2,4	3
L8	77	70	31	39		25	11	16	2,5	2,5		147	70	50	27	2,5	2,5
	D	G	D	G	D	G	D	G	L	l						L	l
<i>O.volxmii</i>																	
F	102	98	38	48	32	35	46	31	3,3	4,2		200	86	67	77	3,3	4,2
L1	92	88	65	75	47	43	52	53	5	5,4		180	140	90	105	5	5,4
L2	103		62	75	50	42	41	49	5	5,1		206	137	92	90	5	5,1
L3	51		62		35	37	41	39	5,1	5,2		102	124	72	80	5,1	5,2
L4			40	52	29	34		22		3,9		92	63	44			3,9
	D	G	D	G	D	G	D	G	L	l						L	l
<i>T.cisti</i> M									3,7	3,2						3,7	3,2
L1	92	86	60	67	36	47			3,5	3,7		178	127	83		3,5	3,7
L2	86	81	54	59	28	37			4,5	4		167	113	65		4,5	4
L3	85	89	46	49	30	36			4,1	3,8		174	95	66		4,1	3,8
L4	90	80	61	50	35	40	31	27	3,4	3,1		170	111	75	58	3,4	3,1
L5	76	89	64	52	37	34	39	48	4,3	4,3		165	116	71	87	4,3	4,3
	D	G	D	G	D	G	D	G	L	l						L	l
<i>T.cisti</i> F	92	96	75	78	39	28	22	38		6,1		188	153	67	60		6,1
L1	56	63	43	34	35	49			7,3	6,2		119	77	84		7,3	6,2
L2	86	94	63	71	33	36			6,5	6,8		180	134	69		6,5	6,8
L3					47	45			7,5	6,8				92		7,5	6,8
L4					42	47			6,9	6,6				89		6,9	6,6
L5	82	72	57	66	36				6	6		154	123	72		6	6
	D	G	D	G	D	G	D	G	L	l						L	l
<i>T.pul</i> M				53	35	37			3	2,8		106	72			3	2,8
L1			67	63	36	38			3,2	3,2		130	74			3,2	3,2
L2	84	86	57	68	35	36		34	4	3,2		170	125	71	68	4	3,2
L3			62	73	35	27			4,2	3,5		135	62			4,2	3,5
L4	80	78	61	54	38	36	36	34	4,3	4		158	115	74	70	4,3	4
	D	G	D	G	D	G	D	G	L	l						L	l
<i>T.pul</i> F	73	82	66	68	52	45	52	41	6,5	8,5		155	134	97	93	6,5	8,5
L1			49	47	47	43			6,1	7,5		96	90			6,1	7,5
L2	102	95	53	57	59	58	67	42	6,5	6,5		197	110	117	109	6,5	6,5
L4	56	50	53	62	48	46	25	37	6,3	6,1		106	115	94	62	6,3	6,1
	D	G	D	G	D	G	D	G	L	l						L	l
<i>Par.s</i> M									5,1	4,6						5,1	4,6
L1	101	124	82	80	51	54			5,3	4,8		225	162	105		5,3	4,8
L2	128	97	62	82	53	58	39	46	5	4,8		225	144	111	85	5	4,8

L3		116	72	79	44	50	67	69	5	4,9	232	151	94	136	5	4,9
L4			70	68	53	49	38	57	4,2	4		138	102	95	4,2	4
L5			56	69	41	53			3	4		125	94		3	4
L6	92	96	60	59	48	46			3	3	188	119	94		3	3
<i>Par.s F</i>	D	G	D	G	D	G	D	G	L	1					L	1
		170	75	76	30	49	36		6,7	5,8	340	151	79	72	6,7	5,8
L1			90	93	29	54			6,8	6		183	83		6,8	6
L2	161	152	65	72	46	32	59		6	5,1	313	137	78	118	6	5,1
L3	171	156	96	104	74	57	53	49	6,1	5,4	327	200	131	102	6,1	5,4
L4	192	224	88	80	62	67	23	30	6,9	6,2	416	168	129	53	6,9	6,2
L5					48	58			5	5,9			106		5	5,9
L6	170		90	73	51	61			5,5	5,9	340	163	112		5,5	5,9
<i>Pam aure</i>																
M	D	G	D	G	D	G	D	G	L	1					L	1
		122	124	96	74	58	55	46	49		246	170	113	95		
L1		210	93	84	45	54			5	6	420	177	99		5	6
L2	160	178	72	96	56	71			5,5	5,8	338	168	127		5,5	5,8
L3	207	213	106	127	69	73	72	80	4	4,9	420	233	142	152	4	4,9
L4					59	49	40	51	5,5	6			108	91	5,5	6
	D	G	D	G	D	G	D	G	L	1					L	1
<i>Pam aure</i>																
F				79	60	59			6	8,1		158	119		6	8,1
L1			80		78	94		61	5,5	8,3		160	172	122	5,5	8
L2	200	208	78	86	53	48	30	32	7,7	6,5	408	164	101	62	7,7	6,5
L3	D	G	D	G	D	G	D	G	L	1					L	1
<i>Pam batn</i>																
M			92	90	42	49		41	5,5	5,8		182	91	82	5,5	5,8
L1	188	178	89	108			33	36	5,2	6	366	197		69	5,2	6
L2	229	220	90	96	68	72		38	4	5,3	449	186	140	76	4	5,3
L3		160	70	63	56	50			4	5,2	320	133	106		4	5,2
L4	D	G	D	G	D	G	D	G	L	1					L	1
<i>Pam batn</i>																
F			64	51	67	58	63	48	5,8	6		115	125	111	5,8	6
L1			87	93			59		6	7,4		180		118	6	7,4
L2	225	210	130	129	74	63	70	64	5,4	7,3	435	259	137	134	5,4	7,3
L3			82	60	67	74	30		5	7,1		142	141	60	5	7,1
L4	D	G	D	G	D	G	D	G	L	1					L	1
<i>Pam djel</i>																
M	220	214	63	84	41	44			5	5,2	434	147	85		5	5,2
L1	164	176	72	76	58	56	38	42	5	5,2	340	148	114	80	5	5,2
L2	132		86	96	62	63	69		4,5	5,1	264	182	125	138	4,5	5,1
L3	210	222	98	104	68	70			5	5,9	432	202	138		5	5,9
L4	D	G	D	G	D	G	D	G	L	1					L	1
<i>Pam djel</i>																
F	140	135	71	82	64	55	30	38	7,2	6,8	275	153	119	68	7	6,7
L1				44	46				6,8	6,5		88	92		6,8	6,5
L2	D	G	D	G	D	G	D	G	L	1					L	1
<i>Pam elph</i>																
M			58		41	40			4	5		116	81		4	5
L1	202	200	79	85	53	59			4	5,1	402	164	112		4	5,1
L2	193	172	76	83	51	45	37	32	5,5	5,7	365	159	96	69	5,5	5,7
L3	181	170	50	79	50	37			3	4	351	129	87		3	4
L4			88	70					5,5	5,3		158			5,5	5,3
L5		181	53	62	50	55	46	42	5,6	5	362	115	105	88	5,6	5

Inventaire et analyse bio systématique de la famille des Pamphagidae (Orthoptera, Caelifera) de l'Est algérien.

Résumé

Neuf stations du Nord Est de l'Algérie ont été suivies pendant trois ans, ce qui a permis de recenser 16 espèces d'acridiens de la famille des Pamphagidae. Le Parc National de Belezma, situé près de la ville de Batna, apparaît être la station la plus riche pour cette famille, avec dix espèces. Il est à noter que *Paracinipe sulphuripes*, seulement connu de Djelfa, a été rencontré à Belezma, montrant une relation inattendue entre ces 2 régions, en dépit de leur fort éloignement (280 Km). A l'intérieur du complexe *Pamphagus djelfensis*, une nouvelle espèce est décrite, *P. batnensis* Benkenana & Petit, facilement reconnaissable par des caractères de l'épiphalle.

Nous montrons que les étages méditerranéens semi-aride avec hiver frais et sub-humide avec hiver froid correspondent aux conditions les plus favorables pour cette famille.

Le régime alimentaire de dix espèces de criquets de la famille des Pamphagidae a été étudié. L'analyse des épidermes végétaux contenus dans les fèces a permis de déterminer toutes les espèces consommées, par comparaison avec une épidermothèque de référence construite à partir de la flore des sites. Toutes les espèces sont polyphages, mais le pourcentage des Poaceae est variable selon les criquets. Les plus fortes proportions de Poaceae ont été trouvées chez *Tmethis* et *Ocneridia* qui sont donc considérées comme ambivores. Chez les *Pamphagus* du groupe *djelfensis*, la composition des plantes consommées est homogène pour les 3 espèces et on observe une sous-consommation des Poaceae : ils sont considérés comme forbivores. Nous avons également comparé la présence des Fabaceae dans les fèces par rapport à leur abondance sur le terrain, et *O. volxemii* est la seule espèce évitant cette famille.

Le répertoire des sensilles du labre a été étudié dans les deux sexes de chaque espèce. Quand l'effet de la taille du labre est déduit, on trouve que les espèces forbivores présentent un nombre supérieur de sensilles A1, A2 et A3 (mais pas A10) à ce que l'on observe chez les espèces ambivores. La catégorie des A10 est plus abondante chez les Pamphagidae que chez les Acrididae, où le régime graminivore est dominant, suggérant un rôle particulier pour les sensilles A10.

Mots clés : Pamphagidae, *Pamphagus*, régime alimentaire, sensilles, Algérie.

Title: Inventory and Analysis biosystematic of the Pamphagidae family (Orthoptera, grasshopper) in eastern Algeria.

Summary

Through a 3-year survey of 9 stations in North East of Algeria, we recorded 16 species of grasshopper belonging to the family Pamphagidae. The National Park of Belezma, near Batna city, appears to be the richest region for this family, with 10 species. Notably, *Paracinipe sulphuripes*, only known from Djelfa, is present at Belezma, showing unexpected relationship between these two areas, separated by 280 km. Within the *Pamphagus djelfensis* complex, a new species is described, *P. batnensis* Benkenana & Petit, easily distinguishable by its epiphallic characters. Taking into account several studies dealing with other Algerian stations, we provide certain climatic constraints of most species, as illustrated by bioclimograms. We show that the semi-arid stage with fresh winter and sub-humid stage with cold winter correspond to the most suitable conditions for this family.

We studied the diet of 10 species of grasshoppers belonging to the family Pamphagidae. The examination of plant epidermis in faeces allowed to determine all the plant species consumed, by comparison with a bank of epidermis constructed from field samples. All the grasshopper species were revealed to be polyphagous, but the percentages of consumed Poaceae are variable among species. *Tmethis* and *Ocneridia* feed on Poaceae at a higher rate than other species and are considered as ambivores. In *Pamphagus* gr. *djelfensis*, the three species rather avoid Poaceae and are qualified as forbivore. Their diet cannot be distinguished between each other. We also compared the frequency of Fabaceae in the faeces to their abundance in the field, and *O. volxemiis* is the only species avoiding this plant family.

The sensilla repertoire in the labrum was also studied in both sexes of each species. Once the size effect of labrum is removed, we found that forbivore species harbour higher numbers of sensilla of type A1, A2, and A3 (but not A10) than ambivore species. This last category is more abundant in Pamphagidae than in Acrididae where graminivore diet is prevalent, suggesting a food mode adapted to semi-arid conditions.

Key words: Pamphagidae, *Pamphagus*, diet, sensilla, Algeria.

جرد ودراسة تصنيفية بيئية لعائلة Pamphagidae (مستقيمات الأجنحة، جندب)

في الشرق الجزائري.

الملخص

من خلال دراسة ميدانية لمدة 3 سنوات في تسع محطات في شمال شرق الجزائر، سجلنا 61 نوعا من جندب المنتمين إلى عائلة Pamphagidae.

الحديقة الوطنية Belezma، بالقرب من مدينة باتنة تمثل أغنى محطة ب 61 أنواع. والجدير بالذكر أن *Paracinipe sulphuripes* تم جرده فقط في منطقة الجلفة، موجود في Belezma، والتي تبين العلاقة غير متوقعة بين منطقتين تبعد عن بعضها ب 081 كم. داخل المعقد *Pamphagus djelfensis*، يوصف نوع جديد، *Pamphagus batnensis* حيث يمكن تمييزه بسهولة بواسطة شكل الجهاز التناسلي الذكري.

مع الأخذ بعين الاعتبار لدراسات أخرى في مناطق من الشمال الشرقي ووسط الجزائر استطعنا تحديد الحدود المناخية لمعظم الأنواع، كما يتضح أن المناخ شبه الجاف وشبه الرطب مع شتاء البارد يتوافق مع الظروف الأكثر ملائمة لهذه العائلة.

من خلال دراستنا للنظام الغذائي لعشرة أنواع من الجنادب المنتمية إلى Pamphagidae عن طريق التحليل الكيفي للبشرة النباتية الموجودة في البراز، و مقارنتها مع أحد عينات البشرة المصنوعة من النباتات الموجودة في محطات الدراسة. بينت أن النمط الغذائي لمعظم الأنواع هو متنوع ونسبة النجليات تختلف من نوع لآخر حيث سجلت اعلي نسبة عند كل من *Ocneridia* و *Tmethis*

من خلال دراسة الشعرات الحسية الموجودة في الشفا العليا لكلا الجنسين تم التعرف على النوع المتحكم في تنوع الغذاء وكذا اختلاف توزيع الأنماط A1 ، A2 ، A3 و(ولكن ليس A10) بين الأنواع حسب نمط الغذاء.

الاهتمامات اليفتاسية : Pamphagidae, جرد, للنظام الغذائي, الشعرات الحسية, الجزائر.

<i>sulphuripes</i>																
TOTAL	1	2	2	1	2	2	2	1	2	1	1	4	3	2	2	4