

Richesse spécifique en Orthoptères Acridiens du Moyen Atlas marocain

Locusts Grasshoppers species richness of the Moroccan Middle Atlas

Driss ESSAKHI*, Meryem BENJELLOUN, Nabil ERRABHI, Hassan EL HARCHLI & Lahsen EL GHADRAOUI

Laboratoire d'Ecologie Fonctionnelle et Environnement, FST-Fès, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah *(essakhidriss@yahoo.fr).

Résumé. La diversité de la faune des orthoptères acridiens du Moyen Atlas marocain a été étudiée au cours de l'année 2012. Cette région abrite une grande diversité d'Orthoptères et l'on a recensé 20 espèces appartenant à différentes familles, celle des *Acrididae* étant la plus riche et la plus diversifiée. La distribution des espèces est très variée et est influencée par divers facteurs dont l'altitude, le type de strates végétales, ainsi que la saison de prélèvement. L'utilisation de divers indices écologiques a permis de répartir les espèces, selon leur effectif, en ubiquistes, accidentelles et accessoires.

Mots-clés : Orthoptérofaune, facteurs environnementaux, Moyen Atlas.

Abstract. This study focuses on the grasshoppers diversity of four sites in the Middle Atlas Mountains (Morocco) in 2012. This region is an interesting entomological area by the number of grasshopper species (20) belonging to 3 families, *Acrididae* being the most rich and diverse. The distribution of the species is very varied and influenced by various factors including altitude and vegetation. The use of various ecological indices helped divide the species in ubiquitous, accidental and accessories.

Keywords : Orthoptera, environmental factors, Middle Atlas.

Abridged English version

This study focuses on the grasshopper's diversity of four sites in the Middle Atlas Mountains (Morocco) in 2012. It was conducted from March to October 2012, each site being visited once a fortnight. The species count was made only the morning between 9am and noon, period most favorable to collect grasshoppers. The size of each of the study sites is around 10,000 m², large enough for significant results (Default 2010). For each site, the duration of the survey is about 3 hours, corresponding to that used by Betard (2013) in similar studies on sites with rich species diversity.

Counting of grasshoppers was performed using the method of Ben Halima (1983) widely used especially for pest locusts (Ben Halima *et al.* 1984; Mouhim 1997; El Ghadraoui 2002; El Ghadraoui *et al.* 2003). Species difficult to identify by sight were captured with an entomological net, temporarily stored in a plastic box, and identified by the end of the field survey. Species identification was performed based on keys of Chopard (1943) and Defaut (2001). For each species, in each of the four sites, we calculated various ecological indices: frequency of occurrence, abundance and density.

As a result, we were able to identify 20 grasshopper species belonging to three families: *Acrididae*, *Pamphagidae* and *Pyrgomorphidae* (Tab. 1). The *Acrididae* family is the most represented in the different study sites and includes 15 species in the A site. The two other families, *Pamphagidae* and *Pyrgomorphidae*, are respectively represented by only 3 and 1 species (Fig. 5).

Species richness decreases with altitude. Site A located at the lowest altitude (800 m), contain the larger number of species (18). On the opposite, on site D, the highest (1960 m), there are only 10 species (Fig. 6). Species richness also varies depending on the season. In spring and summer, we noticed that the number of grasshopper species is high. But in autumn, species richness decreases. This decline may be

related with changes in environmental conditions (low temperatures, heavy rains) as well as with the natural disappearance of species with embryonic diapauses in winter (Fig. 7A). During the summer, the number of grasshoppers is very important in the study area. This could be explained particularly by a large emergence of species such as *Dociostaurus maroccanus*, *Oedalus decorus* and *Calliptamus barbarus* experiencing a massive increase during this period. On the opposite, in autumn, the number of grasshoppers decreases sharply (Fig. 7B).

Dociostaurus genei, *Calliptamus barbarus* and *Oedipoda miniata* are constants species in the four sites with a frequency of occurrence greater than 50%. Accessory species (frequency of occurrence between 25 and 49%), includes *Paraeumigus sp.*, *Calliptamus wattenwylanus*, *Oedipoda fuscocincta*, *Oedipoda coerulensens*, *Oedalus decorus* and *Dociostaurus maroccanus*. Accidental species (frequency between 10% and 24%) are *Aiolopus strepens*, *Chorthippus albomarginatus*, *Euchorthippus elegantulus*, *Acrotylus fisheri*, *Acrotylus insubricus*, *Pyrgomorpha agarena*, *Pamphagus sp.* and *Calliptamus italicus*. Three species are accidental (frequency less than 9%): *Ocnerodes sp.*, *Thalpomena algeriana* and *Truxalis nasuta*.

Dociostaurus genei is an abundant species in the four sites. In site B, *Calliptamus barbarus* is more abundant with a density of 4 and an abundance of 21.91%. The three species *Dociostaurus maroccanus*, *Oedipodaminiata* and *Calliptamus barbarus* are very abundant in both sites C and D. At the opposite, *Calliptamus wattenwylanus* is abundant in site C with a density of 4.08. *Ocnerodes sp.* is only present on the site D with an abundance of 4.04% and a density of 1.08 (Tab. 2). The distribution of grasshoppers according to vegetation shows that the majority of species are located in the herbaceous layer (Fig. 3). The grasshopper population is distributed differently in the four sites surveyed according to altitude and to the different environmental conditions of each site.

All these results show that the Central Middle Atlas is an entomological site very interesting by the number of grasshopper species it contains. However, such studies should be carried out over several years. Indeed, the

grasshopper population is subject to large variations from one year to the other according to environmental conditions, altitude, vegetation cover and weather conditions.

INTRODUCTION

Les Orthoptères constituent l'ordre le plus important des Orthoptéroïdes. Ils regroupent plus de 20 000 espèces dans le monde dont environ 10 000 pour les acridiens. Ces derniers sont caractérisés par une large distribution géographique. Certains sont représentatifs des milieux ouverts (Guéguen 1976, Voisin 1986) ; d'autres ont une grande tolérance écologique, s'accommodent de conditions très variées et colonisent une multitude de biotopes ; d'autres enfin, sont strictement inféodées à des milieux spécifiques. Cette répartition est influencée par de multiples facteurs dont la température, l'humidité, la lumière, le sol et la végétation (Allen *et al.* 2006, Whitman 2008). La capacité de déplacement des acridiens est d'une grande importance dans la distribution de ces espèces, dans la dynamique de leurs populations (brassage génétique) et pour les espèces de type locuste, dans le déterminisme de leur transformation phasaire et par conséquent, dans leur importance économique (Chapuis 2006).

L'activité des acridiens est liée aux conditions de leur milieu de vie et à leur motivation (faim, soif, excitation sexuelle, etc.). Leur progression normale se fait par la marche et, en cas de perturbation, par le saut (Bailey *et al.* 2003). Le vol est fréquent et certains criquets d'Afrique du Nord sont de puissants voiliers. Certaines espèces ont fait l'objet de nombreuses études, notamment en Algérie, parmi lesquels on peut citer les travaux de Chopard (1945) ; Doumandji & Doumandji-Mitiche (1994) ; Damerdji (1996) ; Damerdji & Cheikh Miloud (2011). Par contre, au Maroc, les études sur l'orthoptérofaune et notamment sur la bioécologie des Orthoptères acridiens restent plus limitées et concentrées, principalement sur le criquet marocain *Doclostaurus maroccanus* au Moyen Atlas (Benhalima 1983 ; El Ghadraoui 2002 ; El Ghadraoui *et al.* 2003 & Zaim 2013). Le présent travail, porte pour la première fois sur la diversité des Orthoptères acridiens ainsi que sur leur répartition dans le Moyen Atlas marocain. Il a pour objectif d'apporter une contribution à la connaissance de la richesse spécifique des Orthoptères de cette région du Maroc.

MATERIEL ET METHODES

Localisation et description des sites étudiés

Le Moyen Atlas est un massif montagneux allongé sur 350 km, du sud-ouest au nord-est du Maroc, situé entre le Rif et le Haut Atlas. Il est largement connu par sa richesse en biodiversité faunistique et floristique. La région connaît des hivers rigoureux, avec un enneigement tenace sur les montagnes de haute altitude (au-dessus de 2 000 m) du mois de novembre au mois d'avril. Quatre stations d'étude ont été retenues dans cette zone afin d'y apprécier la richesse spécifique en acridiens. Ces stations s'échelonnent sur un transect d'une centaine de kilomètres, de la région de Sefrou jusqu'au village de Timahdite.

Station A (Sefrou). Elle est située à l'est de Sefrou, à une altitude de 800 m, elle est caractérisée par un sol caillouteux et un relief qui présente des affleurements de la roche mère avec une pente de 5% (Fig. 1).



Figure 1. Photo de la station A (Sefrou)
Figure 1. Photo of site A.

Le bioclimat est de type semi-aride (Labhar 1998). La station est pluvieuse essentiellement en hiver et peu au printemps. Le couvert végétal est moyennement dense. Les espèces végétales dominantes sont : *Hordeum vulgare* (Poaceae), *Ononis spinosa*, *Medicago polymorpha* (Fabaceae), *Leontodon autumnalis*, *Anacyclus clavatus*, *Scolymus hispanicus* (Asteraceae) ; *Papaver rhoeas* (Papaveraceae).

Station B (Mazdou). Elle est située dans la région de Mazdou, à une altitude de 1200m, exposée vers le nord. Elle est caractérisée par un sol caillouteux, entourée par une forêt de pin (*Pinus halepensis*) et de chêne vert (*Quercus ilex*) avec une pente de 15%. Il n'y a pas d'affleurement de roche mère. Le climat est de type semi-aride à hiver tempéré. Le taux de recouvrement végétal est de 50% environ. Le sol nu occupe 10% de la surface (Fig. 2).



Figure 2. Photo de la station B (Mazdou).
Figure 2. Photo of site B.

Les différentes espèces végétales existantes dans cette station sont : *Hordeum sp.*, *Avena sp* (Poaceae) ; *Leontodon hispidus*, *Anacyclus clavatus* (Asteraceae) ; *Thymus sp* (Lamiaceae) ; *Rumex crispus* (Polygonaceae) et *Papaver rhoeas* (Papaveraceae).

Station C (Guigou). Elle se trouve à 10 km du village de Guigou à une altitude de 1600m. Située à 40km de la station B. Elle est caractérisée par un sol riche en matière organique (Fig. 3). Le couvert végétal est de 70% et se présente sous la forme d'une prairie renfermant un grand nombre d'espèces végétales, parmi lesquelles : *Ruta graveolens* (Rutaceae) ; *Hordeum vulgare* (Poaceae) ; *Peganum harmala* (Zygophyllaceae) ; *Silybum marianum*, *Scolymus hispanicus* (Asteraceae) ; *Medicago polymorpha* (Fabaceae).



Figure 3. Photo de la station C (Guigou).
Figure 3. Photo of site C.

Station D (Timahdite) : Elle est localisée à 6 km du village de Timahdite, le long de la route nationale d'Errachidia, située à une altitude de 1960 m. Cette station est une friche peu caillouteuse à couvert végétal dense (70%), riche en espèces végétales diversifiées. Le sol nu occupe 10% avec une pente de 5% (Fig. 4). Cette station présente un climat semi-aride à hiver très froid).



Figure 4. Photo de la station D (Timahdite).
Figure 4. Photo of site D.

Les espèces végétales recensées dans la station sont : *Silybum marianum*, *Anacyclus clavatus*, *Scolymus hispanicus*, *Xeranthemum annuum* (Asteraceae), *Hordeum vulgare* (Poaceae), *Delphinium sp.* (Ranunculaceae) ; *Silene latifolia* (Caryophyllaceae), *Stipa tenuifolia* (Poaceae), *Medicago polymorpha* (Fabaceae).

Echantillonnage des insectes

La prospection des différentes stations a été réalisée une fois par quinzaine du mois de mars à octobre 2012. Le dénombrement des espèces a été effectué uniquement le matin entre 9h et 12 heures. Les conditions sont alors favorables à la capture des criquets qui sont assez actifs pour être facilement repérés, mais sans être trop excités pour compliquer leur capture. La taille minimale de chacune des stations étudiées est d'environ 10 000 m², taille suffisante pour obtenir des relevés significatifs (Défaut 2010). Pour

chaque station, la durée de prospection est de l'ordre de 3 heures, durée correspondante à celle utilisée par Betard (2013) dans la prospection de stations riches en espèces.

Le dénombrement des criquets a été effectué en utilisant la méthode établie par Ben Halima (1983), largement utilisée, en particulier pour les acridiens ravageurs (Ben Halima *et al.* 1984; Mouhim 1997 ; El Ghadraoui 2002 ; El Ghadraoui *et al.* 2003). Les espèces présentant des difficultés pour la détermination à vue ont été capturées à l'aide d'un filet entomologique pour identification. La détermination des espèces a été effectuée en se basant sur les clés de Chopard (1943) et Défaut (2001).

Indices écologiques

La détermination des indices écologiques nous permet de regrouper les espèces selon leurs effectifs. Ainsi, nous avons calculé la fréquence d'occurrence, l'abondance et la densité de chaque espèce dans chacune des quatre stations.

Fréquence d'occurrence. Elle renseigne sur l'importance de chaque espèce par rapport à l'ensemble des espèces présentes dans la station ; elle est donnée par la formule : $F = (Pa / P) \times 100$, où Pa représente le nombre total des prélèvements contenant l'espèce a et P le nombre total des prélèvements effectués. Si la fréquence est supérieure à 50%, on parle d'espèces constantes, d'espèces accessoires si $25 < F < 49\%$, d'espèces accidentelles si $10 < F < 24\%$ et d'espèces très accidentelles si $F < 9\%$.

Abondance relative. Elle renseigne sur l'importance de chaque espèce par rapport à l'ensemble des espèces présentes. On a : $A = (n / N) \times 100$, où n est le nombre d'individus de l'espèce a et N le nombre total d'individus.

Densité. La densité D d'une espèce est calculée par rapport au nombre total de prélèvements effectués. Celle-ci est égale à : $D = N / P$, où N est le nombre total d'individus d'une espèce récoltée (a) et P le nombre total de prélèvements effectués. Cette "densité" n'a rien à voir avec la densité réelle D qui serait donnée par la formule : $D = n / S$ où D, densité à l'hectare, est donnée par le rapport de n individus dénombrés sur une surface S (exprimée en hectares).

RESULTATS

Richesse spécifique en Acridiens

Nous avons pu recenser 20 espèces acridiennes, appartenant à 3 familles : *Acrididae*, *Pamphagidae* et *Pyrgomorphidae* (Tab. 1).

- La famille des *Acrididae* est la plus représentée dans les différentes stations étudiées. Elle regroupe 15 espèces dans la station A dont l'altitude est la plus basse. Ces espèces sont: *Dociostaurus genei* (Ocskay 1832), *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg 1815), *Aiolopus strepens* (Latreille 1804), *Euchortipus elegantulus* (Maran 1957), *Chorthippus albomarginatus* (De Geer 1773), *Oedaleus decorus* (Germar 1825), *Acrotylus fischeri* (Azam 1901), *Acrotylus insubricus* (Scopoli 1786), *Thalpomena algeriana* (Saussure 1884), *Oedipoda fuscocincta* (Lucas 1849), *Oedipoda coeruleascens* (Linnaeus 1758), *Oedipoda miniata* (Pallas 1771), *Acridellanasuta* (Linnaeus 1758), *Calliptamus barbarus* (Costa 1836), et *Calliptamus italicus* (Linnaeus 1758).

Tableau 1. Espèces d'Orthoptères recensées dans les 4 stations étudiées : A (Sefrou), B (Mazdou), C (Guigou) et D (Timahdite).

Table 1. Orthoptera species identified in the 4 study sites A, B, C and D.

Famille	Sous Famille	Genres et espèces	A	B	C	D	
Acrididae	Gomphocerinae	<i>Dociostaurus genei</i>	+	+	+	+	
		<i>Dociostaurus maroccanus</i>	+	+	+	+	
	Acridinae	<i>Aiolopus strepens</i>	+	+	-	-	
		<i>Euchorthippus elegantulus</i>	+	+	-	-	
		<i>Chorthippus albomarginatus</i>	+	+	-	-	
	Oedipodinae	<i>Oedaleus decorus</i>	+	+	+	+	
		<i>Acrotylus fischeri</i>	+	+	+	-	
		<i>Acrotylus insubricus</i>	+	+	+	-	
		<i>Thalpomena algeriana</i>	+	-	-	-	
		<i>Oedipoda fuscocincta</i>	+	+	+	+	
		<i>Oedipoda coerulescens</i>	+	+	-	-	
		<i>Oedipoda miniata</i>	+	-	+	+	
		Truxalinae	<i>Truxalis nasuta</i>	+	-	-	-
		Calliptaminae	<i>Calliptamus barbarus</i>	+	+	+	+
			<i>Calliptamus italicus</i>	+	+	+	+
	<i>Calliptamus wattenwylanus</i>		-	-	+	-	
Pyrgomorphidae	Pyrgomorphinae	<i>Pyrgomorpha agarena</i>	+	+	-	-	
Pamphagidae	Pamphaginae	<i>Pamphagus sp</i>	+	+	+	+	
		<i>Ocnerodes sp</i>	-	-	-	+	
		<i>Paraeumigus parvulus</i>	+	+	+	+	
3	7	20	18	15	12	10	

La station B regroupe 12 espèces qui sont : *Dociostaurus genei*, *Dociostaurus maroccanus*, *Aiolopus strepens*, *Euchorthippus elegantulus*, *Chorthippus albomarginatus*, *Oedaleus decorus*, *Acrotylus fischeri*, *Acrotylus insubricus*, *Oedipoda fuscocincta*, *Oedipoda coerulescens*, *Calliptamus barbarus* et *Calliptamus italicus*. Dans la station C se rencontrent 10 espèces de cette famille qui sont : *Dociostaurus genei*, *Dociostaurus maroccanus*, *Oedaleus decorus*, *Acrotylus fischeri*, *Acrotylus insubricus*, *Oedipoda fuscocincta*, *Oedipoda miniata*, *Calliptamus barbarus*, *Calliptamus italicus* et *Calliptamus wattenwylanus* (Pantel, 1896) que nous avons trouvé uniquement dans cette station C. Par contre, la station D n'est représentée que par 7 espèces qui sont : *Dociostaurus genei*, *Dociostaurus maroccanus*, *Oedaleus decorus*, *Oedipoda fuscocincta*, *Oedipoda miniata*, *Calliptamus barbarus* et *Calliptamus italicus* (Fig. 5).

-La famille des *Pamphagidae* est représentée par 3 espèces dont deux –*Pamphagus sp.* et *Paraeumigus parvulus* (Bolívar 1907) sont communes à toutes les stations A, B, C et D. La 3^{ème} espèce, *Ocnerodes sp.* ne se rencontre que dans la station D. Elle semble être spécifique à cette station dont l'altitude est la plus élevée (Fig. 5).

- La famille des *Pyrgomorphidae* est représentée par une seule espèce (*Pyrgomorpha agarena* Bolívar 1894) qui n'est rencontrée que dans les stations A et B (Fig. 5).

La richesse spécifique diminue avec l'altitude. La station A, située à l'altitude la plus basse (800 m), est celle qui abrite le plus d'espèces (18 espèces). Par contre, la station D, d'altitude la plus élevée (1960m), on ne renferme que

10 espèces (Fig. 6). Cette richesse spécifique varie également en fonction des saisons : elle est élevée au printemps et en été, et diminue en automne (Fig. 7A).

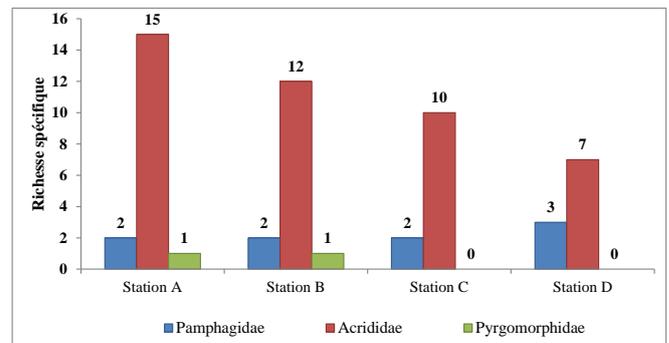


Figure 5. Richesse spécifique des différentes familles d'Acridiens dans les 4 stations d'étude.

Figure 5. Species richness of different families of grasshoppers in the four study sites.

Abondance des espèces acridiennes

Pendant l'été le nombre d'individus est très important dans l'ensemble de la zone d'étude. Ceci résulte certainement de l'émergence d'espèces à effectifs importants, en particulier de *Dociostaurus maroccanus*, *Oedalus decorus* et *Calliptamus barbarus* qui connaissent une multiplication massive pendant cette période. Par contre, en automne, ces effectifs subissent une chute remarquable due probablement, aux orages fréquents pendant cette saison (Fig. 7B).

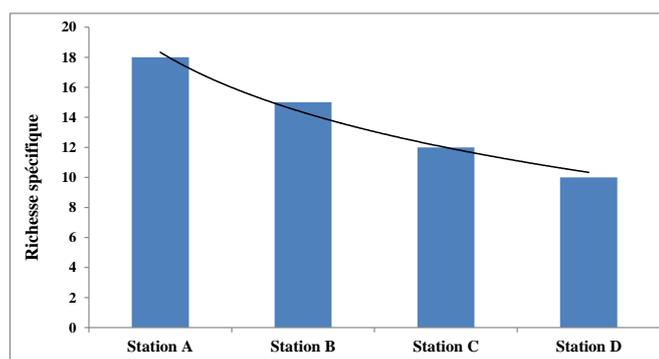


Figure 6. Richesse spécifique dans les 4 stations d'étude.

Figure 6. Species richness on the 4 study sites.

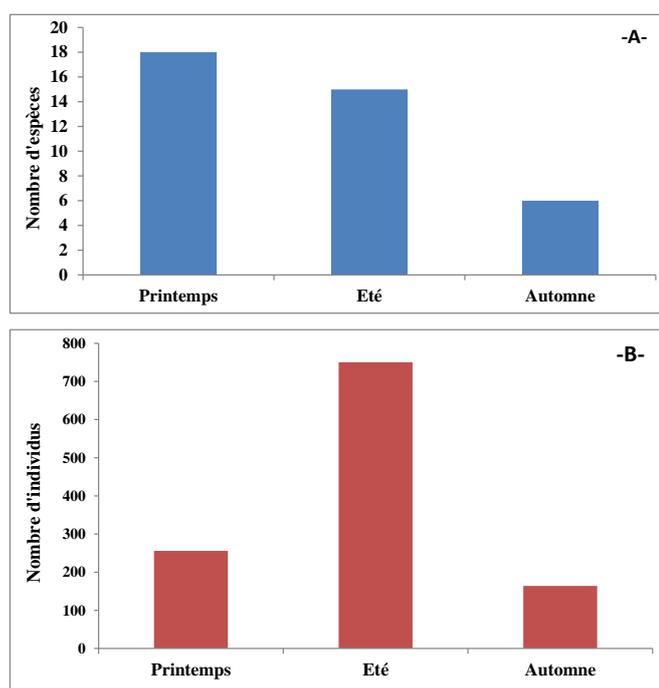


Figure 7. Variation du nombre d'espèces (A) et du nombre d'individus (B) en fonction des saisons.

Figure 7. Change in number of species (A) and number of individuals (B) according to the seasons.

Fréquence d'occurrence des espèces acridiennes

Dociostaurus genei, *Oedipoda miniata* et *Calliptamus barbarus* sont des espèces constantes dans les quatre stations, avec une fréquence d'occurrence supérieure à 50%. Les espèces accessoires dont la fréquence d'occurrence est comprise entre 25 et 49%, sont au nombre de 6:

Paraeumigus sp., *Calliptamus wattenwylianus*, *Oedipoda fuscocincta*, *Oedipoda coerulensens*, *Oedalus decorus* et *Dociostaurus maroccanus*. Enfin, on trouve 8 espèces accidentelles dont la fréquence est comprise entre 10% et 24% : *Aiolopus strepens*, *Chorthippus albomarginatus*, *Euchorthippus elegantulus*, *Acrotylus fisheri*, *Acrotylus insubricus*, *Pyrgomorpha agarena*, *Calliptamus italicus* et *Pamphagus sp.* Enfin, *Ocnerodes sp.*, *Thalpomena algeriana* et *Acridella nasuta* sont très accidentelles et leur fréquence est inférieure à 9% (Tab. 2).

Abondance relative et densité des espèces acridiennes

Ces deux indices écologiques sont très importants car ils nous renseignent sur la biologie et l'écologie des Orthoptères. En effet, *Dociostaurus genei* est une espèce abondante dans les quatre stations. Dans la station B, *Calliptamus barbarus* est plus abondante avec une densité de 4 et une abondance de 21,91%.

Les trois espèces : *Dociostaurus maroccanus*, *Oedipoda miniata* et *Calliptamus barbarus* sont très abondantes dans les deux stations C et D. Par contre, *Calliptamus wattenwylianus* est abondante dans la station C avec une densité de 4,08. L'espèce *Ocnerodes sp.* n'est présente que dans la station D avec une abondance de 4,04% et une densité de 1,08 (Tab. 2).

Répartition des espèces étudiées selon la strate de végétation

La répartition des espèces d'Orthoptères par strates végétales dans chaque station d'étude est donnée dans le Tableau 3.

DISCUSSION & CONCLUSION

Le peuplement des Orthoptères acridiens se répartit différemment dans les quatre stations prospectées du Moyen Atlas. Cette différence de répartition est due à la différence des caractéristiques environnementales de chaque station ainsi qu'à l'altitude. La richesse spécifique et l'abondance des espèces capturées varient en fonction des saisons avec un maximum enregistré pendant l'été. L'effet de la saison sur la biodiversité et la répartition des espèces acridiennes dans les quatre stations du Moyen Atlas a été bien démontré. Nous avons pu constater l'effet des variations saisonnières sur l'apparition et l'émergence des espèces. Le nombre d'individus capturés est peu important au printemps et plus en été. Ceci résulte sans doute de l'émergence massive d'individus de certaines espèces pendant cette saison estivale. La diminution de l'abondance et de la richesse spécifique en automne est à mettre en relation avec les conditions environnementales plus défavorables, à cette saison, au développement et à la survie des acridiens ainsi qu'avec la disparition naturelle des espèces à diapause embryonnaire passant l'hiver sous la forme d'œufs dans le sol.

La répartition spatiotemporelle du peuplement acridien révèle les modalités adaptatives des différentes espèces acridiennes aux conditions environnementales des quatre stations d'étude. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par de nombreux auteurs (Bonnet *et al.* 1997, Jaulin & Gaynard 2008, Jaulin 2009). La famille des *Acrididae* reste la plus diversifiée et la plus riche spécifiquement et ceci dans toutes les stations étudiées. Ce résultat est en accord avec celui obtenu par Damerdjji & Kebbas (2007) ainsi que par Damerdjji & Cheikh Miloud (2011) ayant travaillé sur la diversité des Orthoptères en Algérie.

Tableau 2. Détermination des indices écologiques des espèces acridiennes au niveau des quatre stations.

Table 2. Determination of grasshopper species ecological indices at the four study sites.

Espèces acridiennes	Station A			Station B			Station C			Station D			Moy des F	Type d'espèce
	F%	A%	D	F%	A%	D	F%	A%	D	F%	A%	D		
<i>D. genei</i>	100,0	21,3	3,9	100,0	27,4	5,0	91,7	9,0	3,5	91,7	21,8	5,8	95,8	Constante
<i>D. maroccanus</i>	33,3	10,4	1,9	25,0	4,1	0,8	50,0	15,8	6,2	41,7	16,5	4,4	37,5	Accessoire
<i>A. strepens</i>	25,0	4,1	0,8	33,3	3,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,6	Accidentelle
<i>C. albomarginatus</i>	25,0	2,7	0,8	25,0	4,6	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	Accidentelle
<i>E. elegantulus</i>	33,3	4,1	0,5	16,6	2,7	0,8	0	0	0	0	0	0	12,5	Accidentelle
<i>O. decorus</i>	33,3	4,1	0,5	16,6	2,7	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	Accessoire
<i>A. fischeri</i>	33,3	4,5	0,8	0	0	0	25	1,71	0,7	0	0	0	14,6	Accidentelle
<i>A. insubricus</i>	41,7	17,6	3,3	25,0	5,9	1,1	41,7	9,6	3,8	33,3	8,1	2,2	35,4	Accidentelle
<i>T. algeriana</i>	33,3	4,5	0,8	0,0	0,0	0,0	25,0	1,7	0,7	0,0	0,0	0,0	14,6	Très accidentelle
<i>O. fuscocincta</i>	25,0	2,3	0,4	25,0	3,2	0,6	25,0	1,1	0,4	0,0	0,0	0,0	18,8	Accessoire
<i>O. coerulescens</i>	16,7	1,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	Accessoire
<i>O. miniata</i>	33,3	2,3	0,4	41,7	3,2	0,6	33,3	2,4	0,9	33,3	6,9	1,8	35,4	Constante
<i>P. agarina</i>	50,0	8,6	1,6	66,7	7,3	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,2	Accidentelle
<i>Truxalis nasuta</i>	66,7	8,1	1,5	50,0	4,6	0,8	91,7	14,8	5,8	83,3	16,2	4,3	72,9	Très accidentelle
<i>C. barbarus</i>	25,0	2,7	0,5	25,0	5,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	Constante
<i>C. italicus</i>	16,7	1,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	Accidentelle
<i>C. wattenwylanus</i>	33,3	2,3	0,4	66,7	21,9	4,0	83,3	28,1	10,9	75,0	14,3	3,8	64,6	Accessoire
<i>Pamphagus sp.</i>	16,7	1,4	0,3	41,7	4,1	0,8	33,3	1,5	0,6	0,0	0,0	0,0	22,9	Accidentelle
<i>Ocnerodes sp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	66,7	10,5	4,1	58,3	5,6	1,5	31,2	Très accidentelle
<i>Parameugus sp.</i>	16,7	1,8	0,3	8,3	0,9	0,2	25,0	1,9	0,8	33,3	3,4	0,9	20,8	Accessoire

Tableau 3. Répartition des espèces étudiées en fonction de leurs biotopes.

Table 3. Distribution of the studied species according to their habitats.

Espèces	Type de strate		
	Sol nu	Strate herbacée	Strate arbustive
<i>Dociostaurus genei</i>	+	+	+
<i>Dociostaurus maroccanus</i>	+	+	-
<i>Aiolopus strepens</i>	-	+	+
<i>Chorthippus albomarginatus</i>	-	+	+
<i>Euchorthippus elegantulus</i>	-	+	+
<i>Oedaleus decorus</i>	+	+	-
<i>Acrotylus fischeri</i>	+	+	-
<i>Acrotylus insubricus</i>	+	+	-
<i>Thalpomina algeriana</i>	-	+	-
<i>Oedipoda fuscocincta</i>	+	+	+
<i>Oedipoda coerulescens</i>	+	+	-
<i>Oedipoda miniata</i>	+	+	-
<i>Pyrgomorpha agarina</i>	-	+	+
<i>Truxalis nasuta</i>	-	+	+
<i>Calliptamus barbarus</i>	+	+	-
<i>Calliptamus italicus</i>	+	+	-
<i>Calliptamus wattenwylanus</i>	+	+	-
<i>Pamphagus sp.</i>	-	+	+
<i>Ocnerodes sp.</i>	+	+	-
<i>Parameugus sp.</i>	-	+	+

Les *Pyrgomorphidae* et les *Pamphagidae* dominent au printemps. Les *Oedipodinae*, les *Calliptaminae* et quelques espèces d'*Acridinae* résistent à la chaleur estivale et dominant en saison chaude et sèche. La répartition saisonnière des espèces et du nombre d'individus dans le transect d'étude semble bien la conséquence de la variation des conditions environnementales. L'étude des indices écologiques (fréquence, densité et abondance), nous a permis de conclure qu'il existe des espèces dites constantes ou ubiquistes car elles se rencontrent dans les différentes stations étudiées ; d'autres sont des espèces très accidentelles, ne se rencontrant que très rarement (cas de : *Acridilla nasuta*, *Ocnerodes sp.* et *Calliptamus wattenwylanus*). Il y a enfin des espèces accessoires avec une fréquence moyenne d'occurrence entre 25 et 49%.

Au cours des prélèvements effectués, nous avons rencontré des espèces d'Orthoptères se déplaçant au sol, à la recherche de nourriture ou d'un site de ponte, puis regagnant la strate herbacée. Ces espèces rencontrées à la fois au sol et dans la strate herbacée sont : *Doclostaurus maroccanus*, *Oedaleus decorus*, *Acrotylus fischeri* et *A. insubricus*, *Oedipoda miniata*, *Oedipoda fuscocincta*, *Oedipoda coerulescens*, *Calliptamus barbarus* et *Calliptamus italicus*. Toutes les espèces récoltées sont observées au niveau de la strate herbacée, là où elles peuvent trouver leurs besoins nutritionnels. Par contre, les espèces retrouvées au niveau de la strate arbustive sont *Acridilla nasuta*, *Pyrgomorpha agarena*, *Aiolopus strepens*, *Chorthippus albomarginatus*, *Euchorthippus elegantulus* et *Doclostaurus genei*. Ces espèces peuvent facilement se déplacer entre des plantes de taille plus grande sans difficulté.

Au final, l'ensemble de nos résultats montre que le Moyen Atlas central constitue un site entomologique intéressant par le nombre d'espèces d'Orthoptères qu'il abrite. Il conviendrait, cependant, de poursuivre ces travaux sur plusieurs années car ces peuplements d'Orthoptères sont sujets à de grandes variations d'abondance selon les milieux, les années, l'altitude, le couvert végétal et les conditions climatiques.

REFERENCES

- Allen C.R., Garmestani A.S., Havlicek T.D. *et al.* 2006. Patterns in body mass distribution: shifting among alternative hypotheses. *Ecology letters*, 9, 630-643.
- Bailey R.I.A.C., Lineham M.E.B., Thomas C.D.A. *et al.* 2003. Measuring dispersal and detecting departures from random walk model in a grasshopper hybrid zone. *Ecologica Entomology*, 28, 129-138.
- Ben Halima T. 1983. *Etude expérimentale de la niche trophique de Doclostaurus maroccanus (Thunberg, 1815) en phase solitaire au Maroc*. Thèse Université de Paris Sud, Orsay, 178 p.
- Ben Halima T., Gillon Y. & Louveaux A. 1984. Utilisation des ressources trophiques par *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg 1815) (Orthopt.: Acrididae). Choix des espèces consommées en fonction de leur valeur nutritive. *Acta Oecologica Generalis*, 5, 383-406.
- Betard F. 2013. Écologie et cénétique des peuplements d'Orthoptères des landes sèches du Haut-Bocage vendéen. *Matériaux orthoptériques et entomocénétiques*, 18, 99-118.
- Boitier E. 2004. Caractérisation écologique et faunistique des peuplements d'Orthoptères en montagne auvergnate. *Matériaux orthoptériques et entomocénétiques*, 9, 43-78.
- Boitier E. 2008. À la rencontre des Orthoptères de Corse. *Insectes*, 148 : 3-8.
- Bonnet E., Viilks A., Lenain J.F et Petit. D. 1997. Analyse temporelle et structurale de la relation orthoptère- végétation. *Revue d'Ecologie*, 28, 3. 209-216.
- Chapuis MP. 2006. *Génétique des populations d'un insecte pullulant, le criquet migrateur, Locusta migratoria*. Thèse de Doctorat de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Montpellier, France. 72 p.
- Chopard L. 1943. *Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord. Faune de l'Empire français*. Lib. Larousse. Paris V, 447 p.
- Chopard L. 1945. Note sur les Orthoptéroïdes du Sahara marocain. *Bulletin de la Société des Sciences naturelles du Maroc*, 25-27, 191-199.
- Damerdj A. 1996. Contribution à la répartition de la faune orthoptérologique (Caelifères-Ensifères) en Algérie. *Bulletin de zoologie agricole et forestière*, 13, 10-13.
- Damerdj A. 2011. Diversité orthoptérologique sur trois plantes xérophiles (Diss-Doum-Genêt) dans les environs de Tlemcen (Algérie Nord Occidentale). *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*, 17, 67 – 78.
- Damerdj A. & Cheikh Miloud D. 2011. *Faune des Invertébrés de l'extrême ouest du littoral algérien : diversité et approche bioécologique*. Journée scientifique sur la biodiversité. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Aboubekr Belkaïd- Tlemcen, Algérie. 22 mai
- Damerdj A. & Cheikh Miloud D. 2013. Contribution à l'étude bioécologique de la faune de l'extrême ouest de littoral algérien. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*, 21-22, 235-254.
- Damerdj A. & Kebbas C. 2007. Diversité et approche écologique des orthoptéroïdes dans la plaine de Maghnia (Région de Tlemcen). *Science Lib.* 109-123.
- Defaut B. 2001. *La détermination des Orthoptères de France*. Edition à compte d'auteur, Bédéilhac, 85 p.
- Defaut B. 2010a. La pratique de l'entomocénétique. 1. Elaboration du système syntaxonomique. *Matériaux orthoptériques et entomocénétiques*, 14, 77-91.
- Defaut B., 2010b. La pratique de l'entomocénétique. 2. Application à la gestion des milieux. *Matériaux orthoptériques et entomocénétiques*, 14, 95-103.
- Doumandji S. E. & Doumandji-Mitiche B. 1994. *Criquets et sauterelles (Acridologie)*. Off. Public University. Alger. 99 p.
- El Ghadraoui L. 2002. *Etudes bioécologiques du criquet marocain (Doclostaurus maroccanus) dans le site Al-Azaghar du Moyen Atlas*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah de Fès, 124 p.
- El Ghadraoui L., Petit D. et El Yamani J. 2003. Le site Al Azaghar (Moyen Atlas, Maroc) : un foyer grégarigène du criquet marocain *Doclostaurus maroccanus* (Thunb., 1815). *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, 25, 83-88.
- Gueguen A. 1976. *Recherche sur les Orthoptères des zones d'inculture de basse altitude. Cas particulier de Chrysochraon dispar (Germ.)*. Thèse de Doctorat, Université de Rennes, 176 p.
- Jaulin S. 2009. *Etude des Orthoptères des sites expérimentaux du LIFE Basses corbières. Synthèse des 4 années de prospections*. Rapport d'étude de l'OPIE, Perpignan, 51 p.
- Jaulin S. & Gaymard M. 2008. *Etude des Orthoptères des sites expérimentaux du LIFE Basses corbières*. 3^{ème} année de prospections. Rapport d'étude de l'OPIE-LR, Perpignan, 35 p.

- Labhar M. 1998. *Les milieux forestiers et pré-forestiers du Moyen Atlas central nord occidental : approche géographique, phytoécologie et dynamique*. Thèse de Doctorat d'Etat Es-lettres, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Faculté des Lettres de Fès, Maroc, 62 p.
- Mouhim A. 1997. *Etude des effets de Nomolt, Fipronil et Malathion sur les acridiens (Criquet marocain et Sautériaux) et les insectes non cibles dans le massif de Siroua (Haut Atlas)*. CEA, Université Ibn Zohr d'Agadir, Maroc, 44 p.
- Voisin J.F. 1986. Une méthode simple pour caractériser l'abondance des Orthoptères en milieux ouverts. *L'Entomologiste*, 42, 113-119.
- Whitman D.W. 2008. The significance of body size in the Orthoptera. *Journal of Orthoptera Research*. 17, 117-134.
- Zaim A. 2013. *Étude bioécologique des acridiens du Moyen Atlas Perspectives de lutte biologique par les extraits des plantes* Thèse de Doctorat Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Fès, Maroc. 158 p.

Manuscrit reçu le 04/07/2014

Version révisée acceptée le 07/10/2015

Version finale reçue le 08/12/2015

Mise en ligne le 12/01/2016