

## EFFETS DES PRATIQUES AGRICOLES SUR LA BIODIVERSITE DES ORTHOPTERES DANS L'OASIS DE GHARDAÏA (SAHARA SEPTENTRIONAL, ALGERIE)

ZERGOUN Y.<sup>1,2</sup>, GUEZOUL O.<sup>1</sup>, SEKOUR M.<sup>1</sup>, BOURAS N.<sup>3</sup> & HOLTZ M.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire des Bio-ressources Sahariennes: Préservation et Valorisation, Département des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre. Université Kasdi Merbah - Ouargla, BP 511, Ouargla 30000, Algeria.

<sup>2</sup>Département des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre, Université de Ghardaïa, 47000 Ghardaïa, Algeria.

<sup>3</sup>Département de Biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre, Université de Ghardaïa, 47000 Ghardaïa, Algeria.

<sup>4</sup>Field Crop Development Centre, Alberta Agriculture and Forestry, 5030 – 50 Street, Lacombe, Alberta T4L1W8, Canada.

**Résumé :** A l'issue de trois années de suivis (2016-2019), pas moins de 6256 d'individus d'Orthoptères ont été comptabilisés sur 3 palmeraies à Ghardaïa. Ces spécimens sont représentés par 22 espèces appartenant à 4 familles. La présence d'une strate herbacée telle que *Cynodon dactylon* et *Setaria verticillata* favorise le développement des Gomphocerinae telle qu'*Ochrilidia gracilis*. Au contraire, une forte proportion de palmiers dattiers et d'arbres fruitiers dans les oasis, contribue à la diminution de la faune Acridienne. La densité des criquets commence à augmenter en Printemps (26 individus/100 m<sup>2</sup>) pour atteindre le maximum en été (58 individus/100 m<sup>2</sup>). Les densités les plus élevées sont notées dans les palmeraies les moins entretenues. En général, les valeurs de l'indice de diversité de Shannon (H') (1,84-2,63 bits), et l'inverse de l'indice de Simpson (4-12) évoluent progressivement en Printemps et en été où elle est maximale, puis diminue en hiver. La diversité alpha est élevée dans les palmeraies mal-entretenu (2,62). Par conséquent, les Orthoptères dans cette étude pourraient être utilisés avec succès comme bio indicateurs de perturbation des Oasis.

**Mots clés:** acridiens, palmeraies, biodiversité, oasis de Ghardaïa, Sahara septentrional.

### EFFECT OF AGRICULTURAL PRACTICES ON THE BIODIVERSITY OF ORTHOPTERA IN THE OASIS OF GHARDAÏA (SEPTENTRIONAL SAHARA, ALGERIA)

**Abstract:** After three years of monitoring (2016-2019), no less than 6256 individuals of Orthoptera were counted on 3 palm groves in Ghardaïa. These specimens are represented by 22 species belonging to 4 families. The presence of a herbaceous layer such as *Cynodon dactylon* and *Setaria verticillata* promotes the development of Gomphocerinae such as *Ochrilidia gracilis*. In contrast, the presence of a high proportion of date palms and fruit trees contributes to the decrease in the locust fauna. The density of locusts begins to increase in Spring (26 individuals/100 m<sup>2</sup>) to reach the maximum in Summer (58 individuals/100 m<sup>2</sup>). The highest densities are noted in the least maintained palm groves. In general, the values of the Shannon diversity index (H') (1.84-2.63 bits) and the inverse of the Simpson index (4-12) gradually change in Spring and Summer where it is maximum, then decreases in Winter. alpha diversity is high in poorly maintained palm groves (2.62). This study indicated that the Orthoptera could be successfully used as bio indicators of oasis disturbance.

**Key words:** Orthoptera, palm groves, biodiversity, Ghardaïa oasis, Septentrional Sahara.

#### Introduction

Les orthoptères sont un groupe dominant d'insectes végétariens qui représentent 20 à 30% de toute la biomasse des arthropodes [1]; en tant que consommateurs primaires,

ils jouent un rôle important dans les réseaux trophiques terrestres et sont une source importante de protéines pour d'autres arthropodes, amphibiens, petits reptiles, oiseaux et petits mammifères [2,

3], et donc leur absence ou leur abondance décroissante peuvent perturber la structure trophique d'un écosystème [4]. Ils sont également d'importants indicateurs biologiques en raison de leurs préférences au microhabitat spécifique, importances fonctionnelles dans les écosystèmes, sensibilités aux changements dans leurs habitats et enfin la facilité de leurs échantillonnages [5]. Plusieurs espèces d'Orthoptères ont été étudiées de manière approfondie en particulier celles classées ravageurs, mais ils restent beaucoup d'autres mal comprises et même pas décrites [6]. De nombreuses espèces d'Orthoptères ont été reconnues comme bioindicateurs appropriés des changements d'habitat [7, 8, 9]. Dans ce contexte, les sautériaux doivent concurrencer un large éventail par rapport aux autres taxons d'invertébrés qui ont également été préconisés en tant que bioindicateurs [10]. Les sauterelles doivent remplir deux conditions nécessaires par rapport aux perturbations associées à la modification de l'habitat pour être utiles comme bioindicateurs. Premièrement ils doivent montrer des réponses cohérentes aux perturbations du milieu. Deuxièmement, ils doivent fournir des informations sur la composition des espèces végétales, la qualité nutritionnelle des plantes et la disponibilité de sites de ponte appropriés qui ne peuvent être obtenues plus efficacement ailleurs [6]. En Algérie, la dynamique des assemblages des Orthoptères est extrêmement mal comprise. En effet, dans la plupart des régions, la composition des sautériaux locaux sont presque inconnus mise à part de l'étude faite par Moussi [11] dans la région de Biskra, nous ne connaissons aucun travail algérien n'a été publier

concerne les réponses des assemblages des Orthoptères suite aux perturbations de leur habitat. Conscient de l'importance écologique variée des sautériaux, la présente étude a été proposée avec les objectifs suivants : i. évaluer la composition des espèces d'orthoptères, leur diversité et la densité de leur population; ii. évaluer les fluctuations saisonnières de leur densité et de leur diversité iii. et enfin, évaluer l'effet des pratiques agricoles sur la biodiversité des Orthoptères dans les parcelles cultivées.

## II. - Matériel et Méthodes

**II.1.- Zone d'étude:** L'étude a été menée dans les sites sélectionnés dans l'Oasis de la vallée du M'Zab (wilaya de Ghardaïa), situé dans la partie nord du Sahara septentrional. Son altitude est de 530 m au-dessus du niveau moyen de la mer, entre 32°26' à 32°30' de latitude Nord et entre 3°36' à 3°43' de longitude Est. Le climat est saharien avec un hiver modéré. Selon ONM [12], les précipitations annuelles sont environ 65,4 mm et la température moyenne annuelle est de 12 à 34,2° C, avec un maximum de 42,4°C (en juillet) et un minimum de 4,1°C (en janvier). L'humidité relative de l'air est très faible, le maximum était en décembre (55,4%), et le pourcentage le plus bas est obtenu en juin (19,8%). Dans la région du M'zab, il existe deux types de vents: les vents du nord-ouest chargés du sable et des vents chauds et secs du sud-nord (sirocco). La vitesse du vent la plus élevée a été enregistrée au mois de mars et elle est de l'ordre de 2,6 m/s [12]. Les sols sont peu évolués et peu salés à salé avec texture sablo-limoneux. L'espèce végétale dominante dans la vallée du M'Zab est le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*). Sous ces arbres ou

dans leur voisinage, des cultures fruitières sont établies. Trois sites d'étude (un hectare chacun) ont été sélectionnés dans l'oasis de la vallée du M'Zab représentant différents habitats, altitudes et régimes de perturbation pour comprendre

l'effet des travaux agricole sur la densité, la diversité et la composition des espèces d'orthoptères. Une description détaillée des sites sélectionnés a été donnée dans le Tableau 1.

**Tableau 1** - Description des trois sites d'étude de l'oasis de la vallée du M'Zab.

Caractéristique	Ben Isguen	Ghardaïa	El Atteuf
<b>Coordonnées géographiques</b>	32°27'N., 3°39'E.	32°30'N., 3°36'E.	32°26'N., 3°43'E.
<b>Altitude</b>	562 m	558 m	513 m
<b>Recouvrement des palmiers dattiers</b>	15,54 %	32,55 %	40,69 %
<b>Recouvrement des arbres fruitiers</b>	10,01 %	23,16 %	33,6 %
<b>Recouvrement des adventices</b>	27,35 %	18 %	2,55 %
<b>Intensité de l'activité agricole</b>	Faible	Moyenne	Forte

## II.2.- Échantillonnage des sautériaux :

Dans la présente étude, la méthode choisie est celle des quadrats [13, 14], c'est la méthode la plus souvent utilisée dans les études sur la biodiversité des écosystèmes terrestres. La surface des quadrats utilisée dans l'enquête est de 25 m<sup>2</sup> (5 × 5 m). Chaque mois, dix quadrats ont été positionnés au hasard dans une parcelle d'une superficie d'un hectare sur chaque site d'étude. Les coins de chaque carré ont été marqués à l'aide de poteaux en bois reliés par une ficelle sans que l'observateur ne perturbe les Acridiens en créant des ombres. Chaque parcelle sur les sites d'étude a été étudiée pour déterminer la densité et la richesse en espèces de criquets. Les Orthoptères ont été collectés chaque mois de septembre 2016 à août 2019. Pour chaque moment d'échantillonnage, nous avons choisi des jours similaires en fonction des conditions climatiques, en évitant les jours de forts vents et de pluie. Pour chaque site, la

mesure quantitative de la densité acridienne a été réalisée par la méthode des quadrats. La densité de chaque site a été rapportée en nombre de criquet par 100 m<sup>2</sup>. Le logiciel ESTIMATES version 9.1.0 de Colwell, [15] a été utilisé pour générer les estimateurs ICE et Chao1. Les calculs de la diversité alpha ont été effectués avec PAST, version 2.17b Hammer et al. [16]. Pour vérifier les différences entre les sites dans la richesse et la diversité des acridiens, le test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été utilisé. Le seuil de signification a été fixé à 5%. Les Tests ont été menés en R, version 3.1.2 R Core Team [17].

## III. - Résultats et Discussion

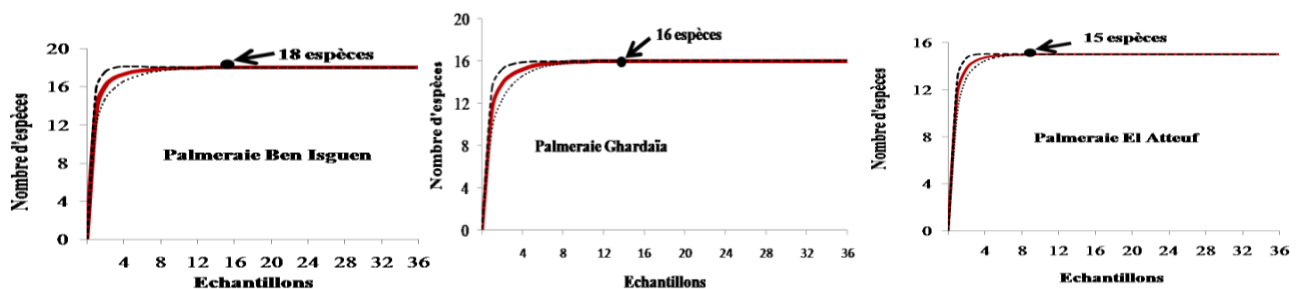
Le Tableau 2 ci-dessous présente l'inventaire des orthoptères recensés dans trois oasis de la vallée du M'Zab (Ghardaïa), durant la période allant de septembre 2016 jusqu'à août 2019.

**Tableau 2** - Inventaire d'Orthoptères de trois oasis de la vallée du M'Zab.

Sous Ordres	Familles	Sous Familles	Espèces		
<b>Caelifera</b>	Acrididae	Acridinae	<i>Acrida turrita</i> (Linné, 1758) <i>Truxalis nasuta</i> (Linné, 1758)		
		Cyrtacanthacridinae	<i>Anacridium aegyptium</i> (Linné, 1764) <i>Heteracris annulosa</i> (Walker, 1870)		
		Eyprepocnemidinae	<i>Heteracris harterti</i> (Bolivar, 1913) <i>Heteracris littoralis</i> (Rambur, 1838)		
		Gomphocerinae	<i>Ochrilidia filicornis</i> (Krauss, 1902) <i>Ochrilidia geniculata</i> (Bolivar, 1913) <i>Ochrilidia gracilis</i> (Krauss, 1902) <i>Ochrilidia harterti</i> (Bolivar, 1913) <i>Omocestus africanus</i> (Harz, 1970) <i>Omocestus lucasii</i> (Brisout de Banville, 1850)		
			Oedipodinae	<i>Aiolopus puissanti</i> (Default, 2005) <i>Aiolopus simulatrix</i> (Walker, 1870) <i>Aiolopus strepens</i> (Latreille, 1804) <i>Acrotylus patruelis</i> (Herrich-Schäffer, 1838)	
				Tropidopolinae	<i>Tropidopola cylindrica</i> (Marschall, 1836)
				Pyrgomorphidae	Pyrgomorphinae
			Tetrigidae		Tetriginae
		<b>Ensifera</b>	Tettigoniidae	Phaneropterinae	<i>Phaneroptera nana</i> (Fieber, 1853)
				Conocephalinae	<i>Conocephalus fuscus</i> (Fabricius, 1793)
2	4	10	22		

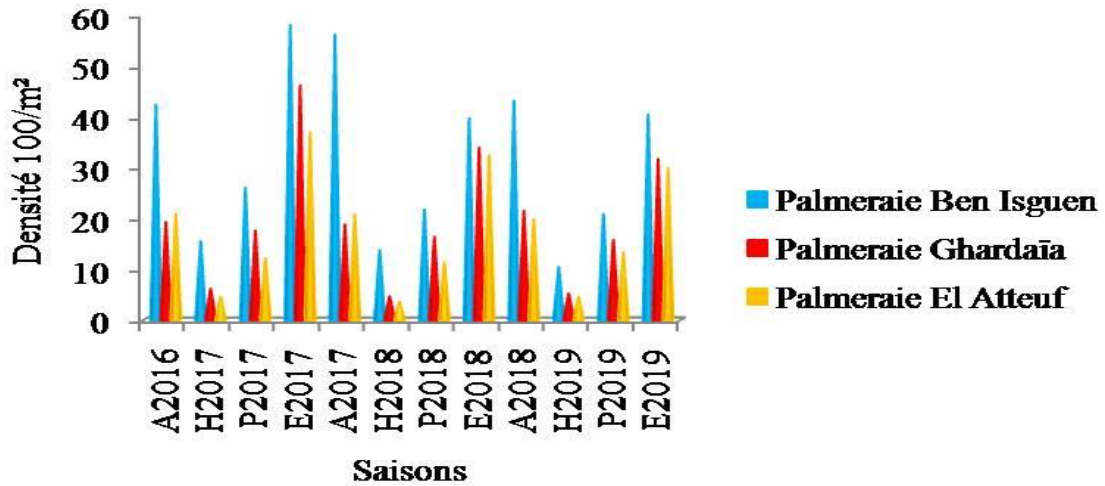
Au total, 6256 individus d'Orthoptères appartenant à 22 espèces, 13 genres, 10 sous familles, 4 familles et 2 sous ordres ont été capturés dans trois oasis de la vallée du M'Zab, durant la période s'étalant de septembre 2016 à août 2019 (Tableau 1). Les 22 espèces d'Orthoptères, ont été recensées au cours de 108 prospections et dans 1080 quadrats de 25 m<sup>2</sup>. La famille des Acrididae est la plus représentée avec six sous-familles :

Acridinae, Cyrtacanthacridinae, Eyprepocnemidinae, Gomphocerinae, Oedipodinae et Tropidopolinae. La sous famille des Gomphocerinae est la plus représentée en espèces, soit 27,3% des espèces recensées. Au niveau des palmeraies de Ben Isguen, Ghardaïa et El Atteuf, le nombre cumulatif d'espèces est respectivement 18,16 et 15 espèces (Figure 1).

**Figure 1** - Courbes d'accumulation de la richesse spécifique des trois palmeraies.

Ces chiffres sont enregistrés respectivement après le 16<sup>ème</sup>, 14<sup>ème</sup> et 10<sup>ème</sup> échantillon. La figure 2 montre des densités plus élevées ont été atteintes en été 2018 dans l'oasis de Ben Isguen (58

individus/100 m<sup>2</sup>). Des densités plus faibles ont été enregistrées en hiver 2018 dans l'oasis d'El Atteuf (4 individus/100 m<sup>2</sup>).

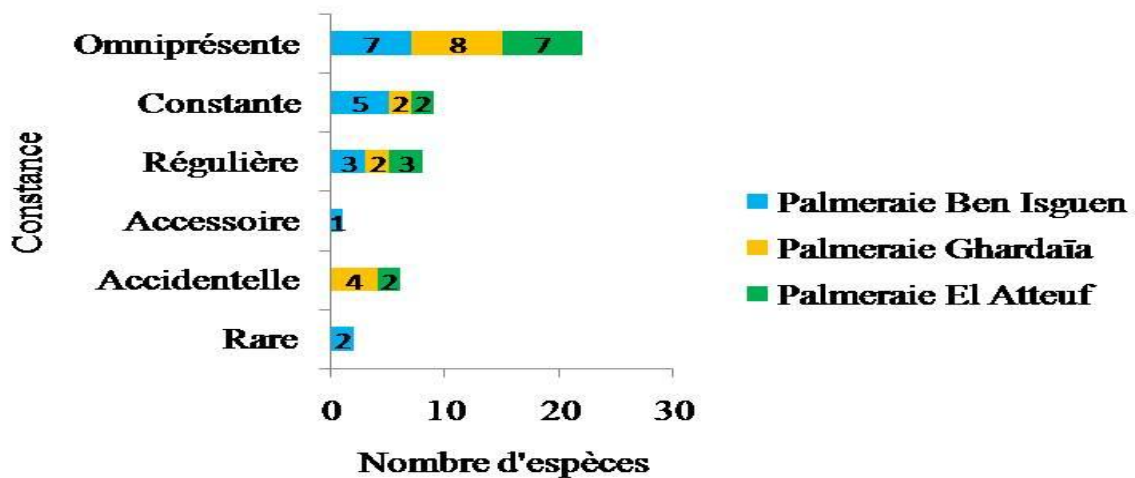


A : automne ; H : hiver ; P : Printemps ; E : été.

**Figure 2** - Variation saisonnière de la densité de population d'Orthoptères (adultes et larves) enregistrée au cours de la période d'étude dans les trois palmeraies.

*Ochrilidia gracilis* enregistre le plus fort pourcentage au niveau des oasis. Les valeurs de l'abondance relative de ce Gomphocerinae sont de 20 % à Ghardaïa, 18,5 % à El Atteuf et 17,9 % à Ben Isguen.

Au niveau des oasis, les espèces omniprésentes dominent toutes les catégories de constances. Elles enregistrent une valeur de 45,8% (Figure 3).



**Figure 3** - Constance des orthoptères dans les trois palmeraies de la vallée du M'Zab.

Parmi les espèces omniprésentes des oasis, nous citerons à titre d'exemple *Pyrgomorpha cognata*, *Pyrgomorpha conica*, *Ochridia gracilis* et *Acrida turrita*. Les espèces constantes et régulières représentent presque le même taux, ils marquent respectivement 18,7 et 16,7%. Une seule espèce accessoire est observée dans la palmeraie de Ben Isguen, il s'agit de *Tropidopola cylindrica*. Ce

dernier biotope ne présente pas d'espèces accidentelles, par contre il marque deux espèces rares c'est le cas de *Phaneroptera nana* et *Conocephalus fuscus*.

La valeur de l'indice de diversité de Shannon-Weaver la plus élevée est enregistrée principalement durant l'automne 2016 dans l'oasis de Ben Isguen, ils enregistrent une valeur de 2,68.

**Tableau 2.** Variation saisonnière de la diversité alpha dans les trois palmeraies du M'Zab

Saison	Ben Isguen			Ghardaïa			El Atteuf		
	H'	E	1/D	H'	E	1/D	H'	E	1/D
<b>A2016</b>	2,68	0,81	12,35	2,55	0,80	10,49	2,57	0,87	11,31
<b>H2017</b>	2,28	0,69	7,70	1,84	0,57	4,15	2,23	0,78	7,70
<b>P2017</b>	2,28	0,65	7,67	2,13	0,76	6,97	2,18	0,81	7,97
<b>E2017</b>	2,55	0,71	9,20	2,61	0,85	11,88	2,50	0,81	10,42
<b>A2017</b>	2,60	0,74	11,01	2,54	0,79	10,35	2,46	0,78	9,48
<b>H2018</b>	2,25	0,79	8,08	2,08	0,80	6,62	2,19	0,81	7,36
<b>P2018</b>	2,46	0,73	9,45	2,26	0,80	7,94	2,38	0,83	8,89
<b>E2018</b>	2,63	0,77	11,06	2,58	0,82	11,21	2,58	0,88	11,88
<b>A2018</b>	2,66	0,79	12,35	2,56	0,81	11,20	2,53	0,84	10,62
<b>H2019</b>	2,18	0,68	7,26	2,04	0,70	5,78	2,27	0,80	8,03
<b>P2019</b>	2,41	0,70	9,09	2,29	0,83	8,35	2,39	0,84	9,29
<b>E2019</b>	2,59	0,74	10,45	2,57	0,81	11,04	2,55	0,85	10,86

A : automne ; H : hiver ; P : Printemps ; E : été.

D'après le Tableau 2, les valeurs les plus faibles de l'indice de la diversité de Shannon-Weaver ont été marquées durant l'hiver des trois années d'étude. Cette diminution de diversité est due probablement à la réduction du couvert végétal et durant la période hivernale la majorité des orthoptères sont en diapause embryonnaire, larvaire ou imaginale. L'oasis de Ghardaïa note la plus faible valeur (1,84) en hiver 2017. Aucune différence significative de la variation saisonnière sur l'indice de diversité de Shannon-Weaver des orthoptères dans les trois palmeraies n'a été trouvée (Test de Kruskal-Wallis,  $p$ -value = 0,32).

Durant la période été-automne, le site palmeraie El Atteuf marque les valeurs d'équitabilité les plus élevées. Dans cet habitat l'équirépartition atteint 0,88 en été 2018, et 0,87 en automne 2016. Il semble que durant les saisons d'été et d'automne, les espèces acridiennes sont équilibrées dans les sites. La variation saisonnière de l'équitabilité dans les trois oasis (Test de Kruskal-Wallis,  $p$ -value = 0,00052) était significativement différente.

Les plus faibles valeurs de l'inverse de l'indice de Simpson sont marquées en hiver. L'oasis de Ghardaïa enregistre la plus faible valeur de l'inverse de l'indice de Simpson (4 espèces) durant l'hiver

2017. Cela est dû au fait que durant la saison hivernale, la richesse spécifique est faible dans les différents habitats. De plus l'inverse de l'indice de Simpson donne plus de poids aux espèces abondantes. L'inverse de l'indice de Simpson permet de faire varier l'indice dans le même sens que la diversité : plus la diversité spécifique est élevée plus l'indice est fort. Par exemple : s'il y a 18 espèces dans un site, la valeur maximale de l'inverse de l'indice de Simpson est de (18). Un habitat dominé par plusieurs espèces est considéré comme moins diversifié que celui dans lequel plusieurs espèces différentes ont une abondance similaire. Aucune différence significative de la variation saisonnière sur l'inverse de l'indice de Simpson des orthoptères dans les trois palmeraies n'a été trouvée (Test de Kruskal-Wallis, p-value = 0,057).

Actuellement, le nombre d'espèces d'orthoptères décrites en Algérie est d'environ 289 espèces [18]. Dans ce cas avec 22 espèces, la vallée du M'Zab présente 7,6 % de la faune orthoptérique algérienne. La liste taxonomique actualisée sur les Caelifera en Algérie atteste de la présence de 154 espèces/sous-espèces [18]. Le chiffre de 20 Caelifera recensé dans l'oasis de la vallée du M'Zab présente 13 % du total des caelifères recensés en Algérie. L'oasis de la vallée du M'Zab ne présente qu'une seule famille des ensifères (Tettigoniidae), représentée par deux espèces à savoir *Phaneroptera nana* et *Conocephalus fuscus*. Ce chiffre de deux espèces est évidemment très faible (1,5%), si on le compare aux espèces d'ensifères (136) notées en Algérie. Cela est probablement dû au fait que les représentants des ensifères sont étroitement

inféodés aux biotopes hygrotophes et certains ont une activité nocturne.

Les méthodes non paramétriques d'estimation de la richesse en espèces réelle ont indiqué que l'inventaire de chaque habitat était complet. Les densités étaient plus élevées dans les palmeraies moins perturbées de Ben Isguen et Ghardaïa. Des résultats similaires ont été observés par Cigliano et al. [19] dans le comté de Benito Juarez, sud de la Pampa, en Argentine, où les habitats non perturbés ont entraîné une augmentation globale des densités de sauterelles. En général, la densité des criquets commence à augmenter en printemps pour atteindre le maximum en été. Cette densité élevée est maintenue durant l'automne pour diminuer progressivement jusqu'à la mauvaise saison. Au niveau des oasis et autour du palmier dattier s'installe une végétation graminéenne très dense. Cette dernière est représentée principalement par *Cynodon dactylon* et *Setaria verticillata*. Ces deux Poaceae créent un microclimat humide et favorisent l'installation en nombre très important de Gomphocerinae telle qu'*Ochrilidia gracilis*. Selon Bonnet et al. [20], le type de milieu influence non seulement la présence des espèces d'orthoptères, mais aussi leur abondance relative. L'abondance des criquets est élevée dans les sites non perturbés. La biodiversité des orthoptères augmente à partir du printemps jusqu'en l'automne, pour diminuer ensuite pendant l'hiver. Ceci est cohérent avec les observations faites par Zergoun [21, 22] et Babaz [23] dans la région de Ghardaïa. Sachant que l'oasis d'El Atteuf est perturbée par les activités agricoles, cela se traduit par une faible diversité spécifique (14) et par conséquent un indice de diversité et

d'équitabilité moins considérée que les autres milieux.

En effet, comme nous avons pu le constater, la diversité alpha des orthoptères diminue à mesure que la végétation est perturbée. La perturbation des oasis a un effet sur la diversité des orthoptères. L'impact de perturbation est étroitement lié à son intensité. La palmeraie Ben Isguen, est faiblement entretenue ; la palmeraie de Ghardaïa modérément entretenue ; par contre la palmeraie d'El Atteuf, est bien entretenue. D'où la diversité alpha des criquets est élevée dans les oasis non perturbées, elle est faible dans les oasis perturbées.

### Conclusion

La présente étude a été menée pour évaluer l'effet de l'activité agricole sur la biodiversité des orthoptères dans les parcelles cultivées et d'estimer la diversité, la distribution et les variations saisonnières des espèces de sautériaux à la vallée du M'Zab, Ghardaïa, Sahara septentrionale au cours de la période 2016-2019. Un nombre total de 6256 individus d'orthoptères appartenant à 22 espèces, 13 genres, 10 sous familles, quatre familles et deux sous ordres ont été capturés dans trois oasis de la vallée du M'Zab. Les méthodes non paramétriques d'estimation de la richesse en espèces réelle ont indiqué que l'inventaire de chaque oasis était complet. Nos résultats montrent que la richesse des espèces atteint un maximum en Été. Elle est plus élevée dans les palmeraies moins perturbées. Les densités étaient plus élevées dans les sites moins perturbés de Ben Isguen et Ghardaïa. Dans les palmeraies, presque la moitié des espèces sont omniprésentes. En général, la valeur

de la diversité alpha évolue progressivement en Printemps et en Été où elle est maximale, puis diminue en hiver. Cette diversité alpha est élevée dans les palmeraies mal-entretenu. Par conséquent, les orthoptères dans cette étude pourraient être utilisés avec succès comme bio indicateurs de la perturbation des habitats.

### Références bibliographiques

- [1] **Schmidt G.H.**: Use of grasshoppers as test animals for the ecotoxicological evaluation of chemicals in the soil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*; 1986; 16(3):175-188
- [2] **Capinera, J.L., Scherer, C.W., Simkins J.B.**: Habitat association of grasshoppers at the Macarthur Agro-Ecology Research Center, Lake Placid, Florida. *Florida Entomology*; 1997; 80(2): 253-261.
- [3] **Mayya S., Sreepada K.S., Hegde M.J.**: Survey of shorthorned grasshoppers (Acrididae) from Dakshina, Kannada District, Karnataka. *Zoos Print Journal*; 2005; 20(9): 1977-1979
- [4] **Soliman M.M., Haggag A.A., El-Shazly M.M.**: Assessment of grasshopper diversity along a pollution gradient in the Al-Tebbin region, South Cairo, Egypt. *Journal of Entomology and Zoology Studies*; 2017; 5(1): 298-306
- [5] **Guido M. & Gianelle D.**, - Distribution patterns of four Orthoptera species in relation to microhabitat heterogeneity in an ecotonal area. *Acta Oecologica*; 2001; 22 (3):175-185.
- [6] **Andersen A.N., Ludwig J.A., Lowe L.M., Rentz D.**: Grasshopper biodiversity and bioindicators in Australian tropical savannas: Responses to disturbance in



Kakadu National Park. *Austral Ecology*; 2001; 26(3):213-222

[7] **Marini L., Fontana P., Scotton M., Klimek S.**: Vascular plant and Orthoptera diversity in relation to grassland management and landscape composition in the European Alps. *Journal of Applied Ecology*; 2008; 45:361-370

[8] **Fabriciusová V., Kaňuch P., Krištín A.**: Response of Orthoptera assemblages to management of montane grasslands in the Western Carpathians. *Biologia, Section Zoology*; 2011; 66 (6): 1127-1133

[9] **Fartmann T., Krämer B., Stelzner F., Poniatowski D.**: Orthoptera as ecological indicators for succession in steppe grassland. *Ecological Indicators*; 2012; 20:337-344

[10] **Andersen A. N.**: My bioindicator or yours? Making the selection. *Journal of Insect Conservation*; 1999; 3(2): 61-64

[11] **Moussi A.**: *Analyse systématique et étude bioécologique de la faune des acridiens (Orthoptera, Acridomorpha) de la région de Biskra*. Thèse de doctorat, Université de Constantine, Algérie. 2012. 112 p.

[12] **O.N.M.**: Office national de la météorologie, Rapport sur les données climatiques de Ghardaïa, (2019) 4 p.

[13] **Gardiner T., Hill J.**: A comparison of three sampling techniques used to estimate the population density and assemblage diversity of Orthoptera. *Journal of Orthoptera Research*; 2006; 15(1) : 45-51

[14] **Badenhausser I., Amouroux P., Lerin J., Bretagnolle V.**: Acridid (Orthoptera: Acrididae) abundance in Western European Grasslands: sampling methodology and temporal fluctuations. *Journal of Applied Entomology*; 2009; 133(9-10): 720-732

[15] **Colwell R.K.**: *Estimate S: statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Version 9, Available at: <http://purl.oclc.org/estimates> (Accessed 01/03/2020)

[16] **Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D.**: *PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis*. *Palaeontologia Electronica*; 2001; 4(1):1-9 [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm) . (Accessed 01/03/2020)

[17] **R Development Core Team**: R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [www.r-project.org](http://www.r-project.org) (Accessed 01/03/2020)

[18] **Cigliano M.M., Braun H., Eades D.C., Otte D.**: Orthoptera Species File. Version 5.0/5.0. <http://Orthoptera.SpeciesFile.org>. (Accessed 01/03/2020)

[19] **Cigliano M.M., Torrusio S.E., Wysiecki M.L.**: Grasshopper (Orthoptera: Acridoidea) community composition and temporal variation in The Pampas, Argentina. *Journal of Orthoptera Research*; 2002; 11 (2): 215-221.

[20] **Bonnet E., Vilks A., Lenain J.F., Petit D.**: Analyse temporelle et structurale de la relation Orthoptère -Végétation. *Ecologie*; 1997; 28 (3) : 209-216

[21] **Zergoun Y.**: *Contribution à l'étude bioécologique des peuplements Orthoptérologique dans la région de Ghardaïa*. Mémoire d'ingénieur agronome, Institut National Agronomique, El-Harrach, Algérie. 1991. 73 p.

[22] **Zergoun Y.**: Bioécologie des Orthoptères dans la région de Ghardaïa et régime alimentaire d'*Acrotylus patruelis* (Herrich – Schaeffer, 1838) [Orthoptera Acrididae]. Thèse de Magister, Institut

National d'Agronomie, El-Harrach,  
Algérie. 1994. 110 p.

[23] **Babaz Y.**, - Etude bioécologique des  
orthoptères dans la région de Ghardaïa.  
Mémoire d'ingénieur agronome, Institut  
Agronomique, Blida, Algérie. 1992. 91 p.

---