

Diversité écologique du peuplement de coléoptères des écosystèmes dunaires mobiles de la frange septentrionale et de la région orientale du Maroc

Khalid Bouraada, Guy Chavanon, Mariam Essafi, Lahsen El Ghadraoui, Meryem Benjelloun

Citer ce document / Cite this document :

Bouraada Khalid, Chavanon Guy, Essafi Mariam, El Ghadraoui Lahsen, Benjelloun Meryem. Diversité écologique du peuplement de coléoptères des écosystèmes dunaires mobiles de la frange septentrionale et de la région orientale du Maroc. In: Ecologia mediterranea, tome 42 n°1, 2016. pp. 39-50;

doi : <https://doi.org/10.3406/ecmed.2016.1231>

https://www.persee.fr/doc/ecmed_0153-8756_2016_num_42_1_1231

Fichier pdf généré le 20/04/2020

Abstract

The present work is a continuation of our research for a better understanding of the ecological organization of beetles in the mobile sand dunes of north-eastern Morocco. This study is spread over 400km² of dunes from Guercif (north) to Merzouga (Sahara), and also the following sites : north-east Missouri, Midelt, Aïn Beni Methar, Tendirara, Rich, Boulman, Bouârfâ, Boudnib and Erfoud. The highest density of coleoptera is recorded in Figuig, Tendirara, Bouârfâ. On the other hand, the lowest densities are measured in Guercif, Aïn Beni Methar, Bouânane and Rich. Diversity and evenness were low overall. We distinguish a first group of sites, consisting of Tendirara, Bouârfâ to Missouri, Aïn Beni Methar and Guercif, where the assemblage is more balanced due to the mediterranean climatic influence, a rather rich and abundant vegetation allowing the establishment a higher diversity of coleoptera. A second group of sites (Bouânane, Midelt, Rich and Figuig) is characterized by lower diversity and evenness. The third group of sites, located in the south (Erfoud, Merzouga and Boudnib) have assemblages with low diversity and very low evenness composed of a few specialized species. These assemblages are directly dependent on extremely harsh conditions.

Résumé

Le présent travail constitue la suite de nos recherches pour une meilleure connaissance de l'organisation écologique des groupements des coléoptères des dunes mobiles du Maroc oriental et de la frange septentrionale occidentale du Sahara. Cette zone s'étend sur 400 km², des dunes de Guercif au nord, à celles de Merzouga (Sahara), en passant par les dunes des stations suivantes : nord-est de Missouri, Midelt, Aïn Beni Methar, Tendirara, Rich, Boulmane, Bouârfâ, Boudnib et Erfoud. Les plus fortes densités de la faune sabulicole sont enregistrées à Figuig, Tendirara et Bouârfâ. À l'inverse, les plus faibles densités sont relevées à Guercif, Aïn Beni Mathar, Bouânane et Rich. La variation des paramètres de la diversité et de l'équitabilité nous a permis de distinguer, dans l'ensemble, des valeurs globales assez faibles à très faibles, quelle que soit la station. Il s'agit donc de peuplements peu diversifiés et dominés par quelques espèces. Ces peuplements, comme le milieu qui les héberge, sont spécialisés. Nous avons ainsi distingué un premier groupe de stations (Tendirara, Bouârfâ, NE Missouri, Aïn Beni Methar et Guercif) où les peuplements sont les plus diversifiés et équilibrés. Cela est dû au climat sous influence méditerranéenne, à végétation assez riche et abondante qui permet l'installation d'un bon nombre d'espèces contribuant à leur tour à l'établissement d'une bonne valeur de la diversité. Un deuxième groupe de stations (du «centre» : Bouânane, Midelt, Rich et Figuig) est caractérisé par une diversité et une équitabilité plus faibles. Dans les stations du sud (Erfoud, Boudnib et Merzouga), les peuplements sont peu diversifiés et dominés par quelques espèces spécialisées. Ces peuplements, sont sous la dépendance directe des facteurs de milieux extrêmement rigoureux.

Diversité écologique du peuplement de coléoptères des écosystèmes dunaires mobiles de la frange septentrionale et de la région orientale du Maroc

Beetles diversity in the mobile dunes of north-eastern Morocco

Khalid BOURAADA^{* 1}, Guy CHAVANON², Mariam ESSAFI^{1, 3},
Lahsen EL GHADRAOUI¹, Meryem BENJELLOUN¹

1. Université Sidi Mohamed Ben Abdellah Fès, Faculté des sciences et techniques (FST),
Laboratoire écologie fonctionnelle et environnement (LEFE), Maroc.

2. Université Mohammed I^{er}, Faculté des sciences, Oujda, Maroc.

3. Direction régionale de la santé Fès-Meknès du ministère de la Santé, Service de la santé publique et de la surveillance épidémiologique, Laboratoire régional d'épidémiologie et d'hygiène du milieu, Maroc.

* Auteur correspondant : khbouraada@laposte.net

Received: 1 April, 2015; First decision: 20 July, 2015; Revised: 3 August, 2015;
Second decision: 13 January, 2016; Revised: 27 January, 2016; Accepted: 3 February, 2016

Résumé

Le présent travail constitue la suite de nos recherches pour une meilleure connaissance de l'organisation écologique des groupements des coléoptères des dunes mobiles du Maroc oriental et de la frange septentrionale occidentale du Sahara. Cette zone s'étend sur 400 km², des dunes de Guercif au nord, à celles de Merzouga (Sahara), en passant par les dunes des stations suivantes : nord-est de Missouri, Midelt, Aïn Beni Methar, Tendirara, Rich, Boulmane, Bouârfa, Boudnib et Erfoud. Les plus fortes densités de la faune sabulicole sont enregistrées à Figuig, Tendirara et Bouârfa. À l'inverse, les plus faibles densités sont relevées à Guercif, Aïn Beni Mathar, Bouânane et Rich. La variation des paramètres de la diversité et de l'équitabilité nous a permis de distinguer, dans l'ensemble, des valeurs globales assez faibles à très faibles, quelle que soit la station. Il s'agit donc de peuplements peu diversifiés et dominés par quelques espèces. Ces peuplements, comme le milieu qui les héberge, sont spécialisés. Nous avons ainsi distingué un premier groupe de stations (Tendirara, Bouârfa, NE Missouri, Aïn Beni Methar et Guercif) où les peuplements sont les plus diversifiés et équilibrés. Cela est dû au climat sous influence méditerranéenne, à végétation assez riche et abondante qui permet l'installation d'un bon nombre d'espèces contri-

buant à leur tour à l'établissement d'une bonne valeur de la diversité. Un deuxième groupe de stations (du « centre » : Bouânane, Midelt, Rich et Figuig) est caractérisé par une diversité et une équitabilité plus faibles. Dans les stations du sud (Erfoud, Boudnib et Merzouga), les peuplements sont peu diversifiés et dominés par quelques espèces spécialisées. Ces peuplements, sont sous la dépendance directe des facteurs de milieux extrêmement rigoureux.

Abstract

The present work is a continuation of our research for a better understanding of the ecological organization of beetles in the mobile sand dunes of north-eastern Morocco. This study is spread over 400km² of dunes from Guercif (north) to Merzouga (Sahara), and also the following sites: north-east Missouri, Midelt, Aïn Beni Methar, Tendirara, Rich, Boulmane, Bouârfa, Boudnib and Erfoud. The highest density of coleoptera is recorded in Figuig, Tendirara, Bouârfa. On the other hand, the lowest densities are measured in Guercif, Aïn Beni Methar, Bouânane and Rich. Diversity and evenness were low overall. We distinguish a first group of sites, consisting of Tendirara, Bouârfa to Missouri, Aïn Beni Methar and Guercif, where the assemblage is more bal-

Mots clés : coléoptères, dunes mobiles, frange septentrionale, région orientale, Maroc, Sahara.

Keywords: beetles, mobile dunes, northern fringe, eastern region, Morocco, Sahara.

anced due to the mediterranean climatic influence, a rather rich and abundant vegetation allowing the establishment a higher diversity of coleoptera. A second group of sites (Bouânane, Midelt, Rich and Figuig) is characterized by lower diversity and evenness. The third group of sites, located in the south (Erfoud, Merzouga and Boudnib) have assemblages with low diversity and very low evenness composed of a few specialized species. These assemblages are directly dependent on extremely harsh conditions.

Introduction

Au Maroc, la majorité des travaux consacrés à l'étude du peuplement coléoptérologique s'est limitée, en premier lieu, à établir la liste systématique et la répartition géographique des espèces [Alluaud (1924), Peyerimhoff (1943 ; 1947a, b), Reymond (1952), Antoine (1943 à 1962), Kocher (1956 à 1969) et Pierre (1958)]. Au niveau des formations sableuses (dunes) au Maroc, à l'exception des quelques données faunistiques communiquées par Alluaud (1924 ; 1925), Español (1951), Reymond (1952), Joly *et al.* (1954), Bruneau de Miré (1958), Pierre (1958), Chessel *et al.* (1975), Chavanon *et al.* (1995), Chavanon & Bouraada (1995), Bouraada (1996) et Bouraada *et al.* (1999), aucune étude écologique, en dehors des travaux de Maachi et Radouani (1993) sur le cordon littoral de la lagune de Nador, n'a été réalisée à notre connaissance.

Dans le Sahara nord occidental, Pierre (1958) a déterminé que la période d'activité des coléoptères adultes se distingue en quatre phases :

- a) phase prévernale : courte, débutant mi-février, elle ne se prolonge guère au-delà de mars. Elle est surtout caractérisée par l'apparition subite en surface de divers sabulicoles diurnes ou matinaux. Les nocturnes sont en revanche quasiment absents ;

- b) phase vernale : s'étendant de mars à fin mai, elle coïncide avec l'épanouissement de la végétation et rassemble de ce fait la faune la plus riche et la plus dense de l'année (phytophages, floricoles). Elle correspond également au début de l'activité des nocturnes ;

- c) phase estivale : de fin mai à fin juin, le nombre et la densité des nocturnes augmentent considérablement, tandis que l'activité des diurnes, peu nombreux, cesse au milieu du jour. La période d'activité des matinaux et des vespéraux est écourtée et se situe plus près de la nuit ;

- d) phase post-estivale : elle débute en juillet et s'étire jusque vers mi-décembre. Elle est caractérisée par l'apparition d'une faune d'affinité tropicale comprenant à la fois des espèces nettement diurnes (Buprestides) et des espèces franchement nocturnes (Bostrychides).

Le présent travail constitue la suite de nos recherches pour une meilleure connaissance des groupements faunistiques de coléoptères des dunes mobiles du Maroc oriental et de la frange septentrionale occidentale du Sahara. Il prolonge ainsi notre précédente étude (Bouraada 1996), ainsi que l'étude de la végétation de ces dunes (Bouraada & Essafi 2016). Les relevés ont été concentrés sur la période printanière (avril et mai) et ont couvert diverses stations de l'est et du sud-est marocain (Guercif, Aïn Beni Methar, nord-est Missour, Tandrara, Boudnib, Bouârfa, Rich, Figuig, Erfoud, Merzouga).

Matériels et méthodes

Description des stations d'études

Nos 12 stations sont réparties sur une zone de presque 400 km² (figure 1 ; voir description détaillée des sites dans Bouraada & Essafi 2016). Pour leur choix, nous avons pris en compte trois critères : 1) la mobilité, au moins partielle, de ces formations sableuses, 2) les paramètres géographiques et climatiques, et 3) l'accessibilité des stations (Bouraada *et al.* 2014). Les 12 stations ont en commun la présence de formations sableuses mobiles d'une hauteur ne dépassant généralement pas 2 m (sauf pour la localité de Merzouga et d'Erfoud).

Données climatiques

Les différents facteurs climatiques, dont la température, les précipitations, l'évaporation et le vent, au niveau de chacune de nos stations sont décrits dans Bouraada & Essafi (2016). Pour caractériser de manière globale les différents climats, nous avons utilisé les classifications de Debrach (1953).

En se basant sur l'écart thermique entre la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (M) et la moyenne des températures minimales du mois le plus froid (m), Debrach (1953) définit quatre types de domaines climatiques (figure 2) :

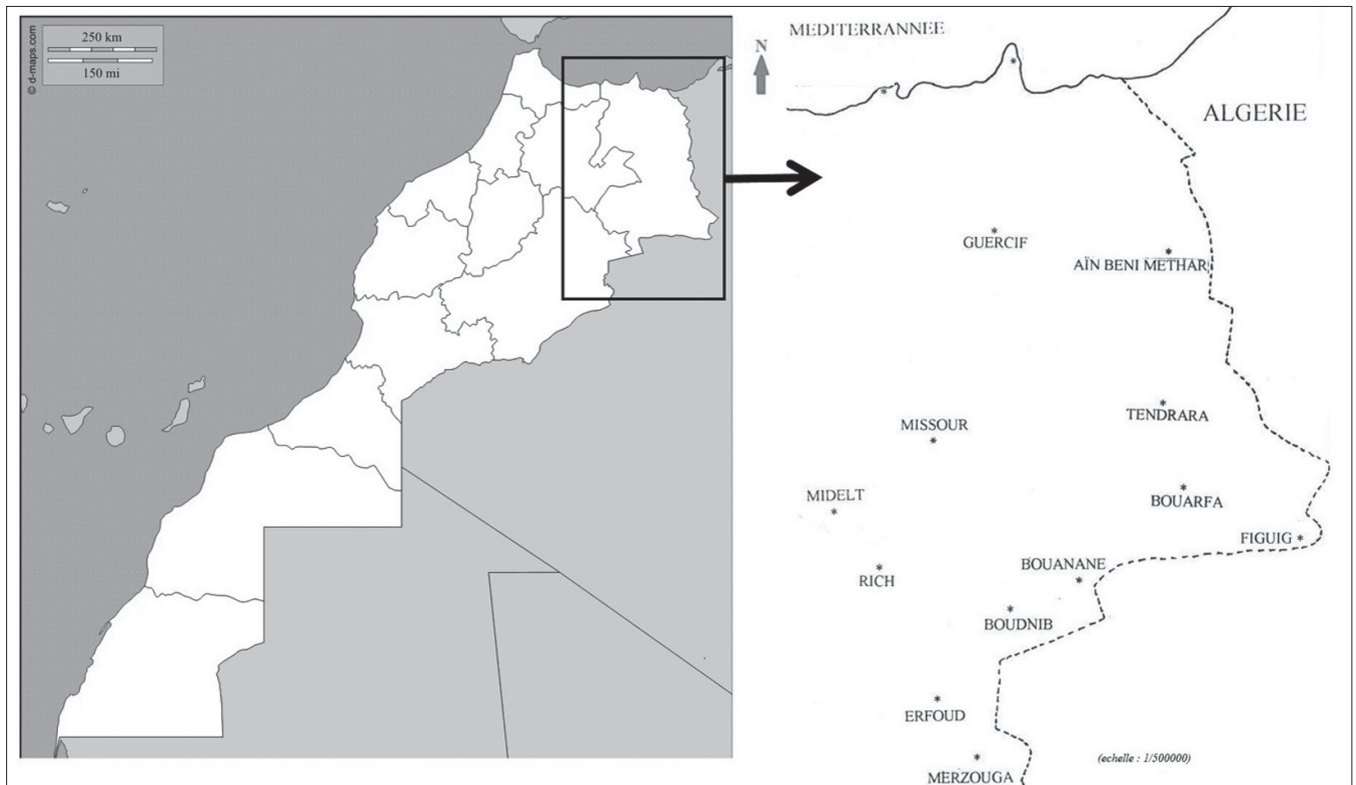


Figure 1 – Localisation des stations d'études.

Figure 1 – Location of the studied sites.

- climat insulaire : $M - m < 15^{\circ}\text{C}$;
- climat littoral : $15 < M - m < 25^{\circ}\text{C}$;
- climat semi-continental : $25 < M - m < 35^{\circ}\text{C}$;
- climat continental : $M - m > 35^{\circ}\text{C}$.

Par ailleurs, pour chacun de ces types de climat, l'auteur définit des nuances en se basant sur la valeur moyenne de la température $(M - m)/2$.

- climat chaud : $(M - m)/2 > 20^{\circ}\text{C}$;
- climat modéré : $20 < (M - m)/2 < 15^{\circ}\text{C}$;
- climat frais : $15 < (M - m)/2 < 10^{\circ}\text{C}$;
- climat froid : $(M - m)/2 < 10^{\circ}\text{C}$.

L'examen des données thermiques montre que l'écart $(M - m)$ est compris entre 31°C et $40,9^{\circ}\text{C}$. À la station Aïn Beni Methar, l'écart est de 31°C et présente donc un climat semi-continental modéré. À la station nord-est de Missouri l'écart est de $40,9^{\circ}\text{C}$ et présente donc un climat de type continental modéré à chaud. Ainsi, nous sommes conduits à regrouper les stations étudiées en fonction du climat et suivant le gradient géographique nord sud suivant :

- 1) les stations du nord et du centre-ouest : Guercif, Midelt et Aïn Beni Methar, caractérisées par un climat semi-continental modéré ou chaud ;
- 2) les stations du centre-est : nord-est de Missouri, Rich, Bouârfa et Tendrara,

caractérisées par un climat continental modéré ou chaud ;

- 3) les stations du centre et du sud : Boudnib, Bouânane, Figuig, Merzouga et Erfoud, caractérisées par un climat continental chaud.

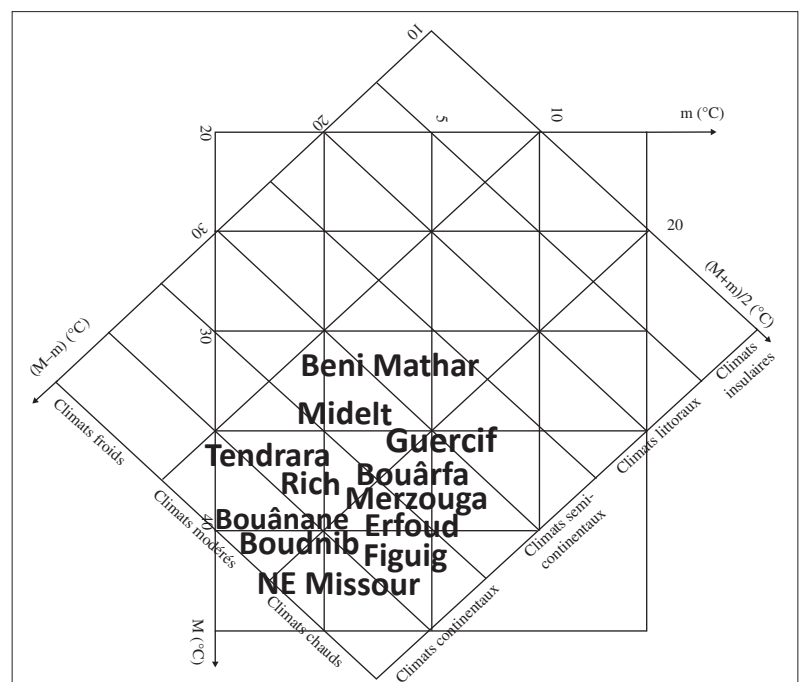


Figure 2 – Position des stations dans le climagramme de Debrach (1953).

Figure 2 – Position of the sites in the Debrach's (1953) climagramme.

Méthode de prélèvement des coléoptères

Pour la collecte des coléoptères, nous avons adopté trois techniques :

- la chasse à vue par capture directe des coléoptères sur le sable, à l'intérieur des terriers de rongeurs, de reptiles, sur les espèces végétales, sous les pierres (dans les rares cas où il y avait quelques pierres dans la station) et sous les fèces de dromadaire, d'ânes, de chèvres et de vaches ;
- le tamisage pour la récolte des coléoptères fouisseurs ;
- les pièges d'interception attractifs constitués de pots en plastique appâtés avec un mélange de bière et de sel (Chavanon & Bouraada 1995, 1996 ; Bouraada 1996 ; Bouraada *et al.* 1999). Trente-six échantillons ont été collectés sur une durée de trois ans.

La classification systématique adoptée a été établie en tenant compte des travaux d'Antoine (1955 à 1963), de Kocher (1956 à 1969) et de Baraud (1985).

Les identifications ont été effectuées par des entomologistes spécialistes des différentes familles rencontrées :

- Carabidae, Scarabaeidae, Buprestidae et Cerambycidae : Pr. G. Chavanon, Université Mohammed I^{er}, Faculté des Sciences, Oujda (Maroc) ;
- Tenebrionidae : Harold Labrique, Musée des Confluences, Lyon (France) ;
- Chrysomelidae : José Miguel Vela, Malaga (Espagne) ;
- Curculionidae : Jean Pelletier, Monnaie (France) ;
- Le reste par comparaison avec les échantillons de la collection de l'Institut scientifique de Rabat (Maroc).

Calcul d'indices

Pour comparer les peuplements du point de vue de leur structure, nous avons calculé l'indice de diversité de Shannon-Wiener qui traduit le degré d'organisation d'une communauté en fonction du nombre d'espèces et de l'abondance de chacune, ainsi que l'équitabilité qui compare la diversité réelle à la diversité maximale (c'est-à-dire l'équirépartition des individus entre les différentes espèces).

Indice de diversité de Shannon :

$$H' = - \sum (n_i/N) \times \log_2 (n_i/N)$$

Avec N : nombre total d'individus ;
n_i : nombre d'individus de chaque taxon ;

n_i/N représente la probabilité de rencontre de l'espèce de rang i.

Indice d'équitabilité :

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}} \times 100$$

Avec H' = Log₂S ; S est le nombre total d'espèces.

Résultats et discussions

Coléoptères des dunes du nord-est du Maroc

Dans notre inventaire, nous avons dénombré 107 taxons représentés par 1792 individus et répartis dans 35 familles différentes (tableau 1). Le peuplement entomologique est dominé sur le plan de la richesse taxonomique par la famille des Tenebrionidae (Bouraada *et al.* 1999), qui est une famille très riche et diversifiée en Afrique du Nord (Pierre 1958), avec un nombre important d'espèces psammophiles. Par ailleurs, la superfamille des Scarabaeoidea regroupe un contingent important de taxons et domine plus ou moins le peuplement avec les Tenebrionidae. Cette bonne diversification est en grande partie due aux espèces coprophages, généralement indépendantes du milieu et étroitement liées à la présence de fèces, de matière organique et de couvert végétal pour les espèces phytophages.

Les espèces des dunes sont en général des psammophiles très bien adaptées à ce type de milieu. Au contraire, la majorité des Scarabaeoidea collectés sont des coprophages qui, à quelques exceptions près (*Scarabaeus semipunctatus*) n'ont que très peu de liens avec le milieu dunaire. Il s'agit pour la plupart d'espèces fréquentant également d'autres milieux totalement différents et dont la présence ici n'est liée qu'à l'existence de fèces de façon régulière dans le biotope.

Tableau 1 : Inventaire des coléoptères dans les stations prospectées
Table 1: Catalog of beetles' species inventoried.

Taxon /Station	Guercif	NE Missour	Midelt	A B Methar	Tendrara	Bouârfâ	Rich	Bouânane	Figuig	Boudnib	Erfoud	Merzouga
CARABIDAE												
CICINDELINAE												
<i>Megacephala (Grammognatha) euphratica</i> Dejean, 1822												1
CARABINAE												
<i>Calosoma (Caminara) olivieri</i> Dejean, 1831					1				1			1
SCARITINAE												
<i>Scarites (Scallophorites) striatus</i> Dejean, 1825					4			1				
HARPALINAE												
<i>Harpalus (Harpalus) distinguendus</i> Duftschmid, 1812		5										
<i>Heteracantha depressa</i> Brullé, 1834		1			1							
<i>Stenolophus (Egadroma) marginatus</i> Dejean, 1829					1				1			
PLATYNINAE												
<i>Laemostenus (Rhysosphodrus) deneuvei</i> Fairmaire, 1859						2	1	1		1		
<i>Sphodrus leucophthalmus</i> Linnaeus, 1758		2									1	3
PTEROSTICHINAE												
<i>Amara (Paracelia) simplex</i> Dejean, 1828	2	1	2	2	3	2		1	3		1	2
<i>Amara (Amathitis) rufescens shismatica</i> Antoine, 1953	2	1	2	1	1	3	1	1	2	1		1
ANTHIINAE												
<i>Anthia (Thermophilum) sexmaculata</i> Fabricius, 1787					86	53	8	68	78	100	77	95
LEBIINAE												
<i>Graphipterus luctuosus peletieri</i> Laporte, 1840		2		1	4	1		1				
<i>Lebia (Lebia) trimaculata</i> Villers, 1789			1	1	3					1		
<i>Cymindis (Cymindis) suturalis pseudosuturalis</i> Bedel, 1906			1	1	2	3	1	1	1	1		
SIAGONINAE												
<i>Siagona europaea europaea</i> Dejean, 1826					1							
HISTERIDAE												
SAPRININAE												
<i>Saprinus (Saprinus) beduinus</i> Marseul, 1862 (s. lat.)	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	1	
SCARABAEIDAE												
APHODIINAE												
<i>Erytus cognatus</i> Fairmaire, 1860					3	1			1		1	
<i>Bodilus</i> cf. <i>beduinus</i> Reitter, 1892	1			1	3	1	1	1	1	1	1	
<i>Esymus finitimus</i> Schmidt, 1922					2							
<i>Mendicidius palmetincolus</i> Karsch, 1881	1		1			1				1		
<i>Calamosternus granarius</i> Linnaeus, 1767 (s. lat.)	1			1	3			1	1		1	1
<i>Rhyssmodes orientalis</i> Mulsant et Godart, 1874	1	1		1				1	1		1	1

Taxon /Station	Guercif	NE Missour	Midelt	A B Methar	Tendrara	Bouâifa	Rich	Bouânane	Figui	Boudhib	Erfoud	Merzouga
SCARABAEINAE												
<i>Scarabaeus (Scarabaeus) sacer</i> Linnaeus, 1758	2	2	1	1	3	2		1	1		1	1
<i>Scarabaeus (Ateuchetus) semipunctatus</i> Fabricius, 1792					2	1			1		1	1
<i>Scarabaeus (Mesoscarabaeus) bamuensis</i> Janssens, 1940						1						
<i>Bubas bubaloides</i> Janssens, 1938	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	
<i>Onthophagus (Euonthophagus) bedeli</i> Reitter, 1891	1			1	2	1		1		1	1	
RUTELINAE												
<i>Dicranoplia deserticola</i> Lucas, 1859			1						1		1	2
DYNASTINAE												
<i>Pentodon algerinum algerinum</i> Herbst, 1789												16
<i>Pentodon variolopunctatum variolopunctatum</i> Fairmaire, 1879		1			1	1						
<i>Podalgus cuniculus reichei</i> Paulian, 1954											3	
CETONIINAE												
<i>Tropinota squalida pilosa</i> Brullé, 1832		1			1				1			
BUPRESTIDAE												
JULODINAE												
<i>Julodis aequinoctialis deserticola</i> Fairmaire, 1859						10	1	2	7	1		
<i>Julodis onopordi</i> Fabricius, 1787 (s. lat.)		2	1	2	3						1	
CHRYSOCHROINAE												
<i>Paratassa coraeiformis</i> Fairmaire, 1875 (s. lat.)									2			
POLYCESTINAE												
<i>Acmaeoderella (Euacmaeoderella) lanuginosa lanuginosa</i> Gyllenhal, 1817					3	1						
AGRILINAE												
<i>Paracylindromorphus pinguis sefrensis</i> Bonnaire, 1893						1			2			
BUPRESTINAE												
<i>Anthaxia (Anthaxia) anatolica ferulae</i> Gené, 1839					4	3						
DERMESTIDAE												
DERMESTINAE												
<i>Dermestes (Dermestinus) frischii</i> Kugelann, 1792												1
NITIDULIDAE												
CARPOPHILINAE												
<i>Carpophilus hemipterus</i> Linnaeus, 1758					1	3			1			
CRYPTOPHAGIDAE												
CRYPTOPHAGINAE												
<i>Cryptophagus</i> sp.					3	1		1			1	1

Taxon /Station	Guercif	NE Missour	Midelt	A B Methar	Tendrara	Bouârfâ	Rich	Bouânane	Figuiç	Boudnib	Erfoud	Merzouga
COCCINELLIDAE												
COCCINELLINAE												
<i>Coccinella septempunctata algerica</i> Ková , 1977					10	7			4			
CHILCORINAE												
<i>Exochomus (Parexochomus) nigripennis</i> Erichson, 1843					4	2			1			
ANTHICIDAE												
ANTHICINAE												
<i>Hirticollis quadriguttatus</i> Rossi, 1792					2	1						
MELOIDAE												
MELOINAE												
<i>Crocherichia paykulli</i> Billberg, 1813					4	2			1			
<i>Crocherichia gilvipes</i> Chevrolat, 1840					1	2						
<i>Crocherichia fulgurita</i> Reiche, 1866					1	1			3			
<i>Crocherichia bedeli</i> Bleuse, 1899					1	1			2			
TENEBRIONIDAE												
ALLECULINAE												
<i>Helotaureus</i> sp.								1				
PIMELIINAE												
<i>Erodium (Dirois) brevicollis</i> Kraatz, 1865					2	1			2			
<i>Erodium (Zophoserodius) zophosoides</i> Allard, 1865 (s. lat.)				2	6	4			3		1	
<i>Erodium (Dimerisels) bicostatus</i> Solier, 1834			33	3	1	1			3			
<i>Erodium (Dimerisels) exillipes</i> Lucas, 1858											39	45
<i>Erodium</i> sp1			1								7	
<i>Erodium</i> sp2								1			3	
<i>Zophosis (Septentriophosis) bicarinata</i> magistretti Koch, 1941					4	1	1		1			
<i>Zophosis (Hologenosis) nigroaenea</i> Deyrolle, 1867	1		1	2	8	3	3		4		1	2
<i>Mesostena (Mesostena) angustata</i> Fabricius, 1775 (s.lat.)					1							6
<i>Oterophloeus</i> sp. prope <i>humerosus</i> Fairmaire, 1875									2			
<i>Micipsa (Cirsia) instriata</i> Pic, 1922					1							1
<i>Tentyrina longicollis</i> Lucas, 1855					1						10	
<i>Tentyrina senegalensis</i> Solier, 1835				1					4			20
<i>Tentyria</i> sp.			1	1							2	
<i>Scelosodis laticollis</i> Chatanay, 1914												
<i>Machlopsis (Machlopsis) elongatula</i> Quedenfeldt, 1890							1					36
<i>Ammogiton peltieri</i> Joly Español, 1953												
<i>Pachychila (Neocisba) dissecta</i> Kraatz, 1865							1					
<i>Adesmia (Adesmia) biskrensis</i> asperima Peyerimhoff, 1931				1			1				6	
<i>Adesmia (Oteroscelis) metallica</i> Klug, 1830					10							
<i>Morica</i> sp			1									

Taxon / Station	Guercif	NE Missour	Midelt	A B Methar	Tendrara	Bouâra	Rich	Bouâhane	Figuig	Boudnib	Erfoud	Merzouga
<i>Akis reflexa</i> tatae Théry, 1932	14	7		3			2					
<i>Prionothea coronata</i> Olivier, 1795									47		77	55
<i>Pimelia (Pimelia) angulata lesnei</i> Peyerimhoff, 1911				1			1		65		18	
<i>Pimelia (Pimelia) subquadrata valdani</i> Guérin-Ménéville, 1859			1		9	1			1	6		
<i>Pimelia (Pimelia) granulata sefrensis</i> Pic, 1894					8	7						
<i>Pimelia (Pimelia) grandis</i> Klug, 1830 (s. lat.)		8	1	4	4	4	11	3	1	1	13	12
<i>Pimelia (Pimelia) simplex</i> Solier, 1836 (s. lat.)							1		1			
<i>Pimelia (Pimelia) semipaca</i> Sénac, 1884		20	14	6			24	2				2
<i>Pimelia (Pimelia) mauritanica parisii</i> Koch, 1940			1					1		2	1	
<i>Alphasida</i> sp.1		3										
<i>Alphasida</i> sp.2		1										
<i>Trachyderma (Trachyderma) hispida</i> Forskål, 1775										9	1	5
TENEBRIONINAE												
<i>Scaurus sanctiamandi</i> Solier, 1838					5							
<i>Scaurus vicinus</i> Solier, 1838	2			1								
<i>Blaps gigas</i> Linnaeus, 1767 (s. lat.)	1		2	1								
OPATRINAE												
<i>Cheirodes (Cheirodes) sardous</i> Gené, 1839												9
<i>Cheirodes (Pseudanemia) brevicollis</i> Wollaston, 1864									1		6	12
<i>Eurycaulus (Eurycaulus) marmottani</i> Fairmaire, 1868									1			
<i>Gonocephalum (Gonocephalum) rusticum</i> Olivier, 1811									1			
<i>Gonocephalum (Gonocephalum) perplexum</i> Lucas, 1846					3	1		1	1			
<i>Opatroides punctulatus punctulatus</i> Brullé, 1832					4	3			1			
<i>Cryptus auriculatus</i> Chobaut, 1924												6
CERAMBYCIDAE												
LAMIINAE												
<i>Agapanthia (Epoetes) irrorata</i> Fabricius, 1787					1	1		1		1		
CERAMBYCINAE												
<i>Neoplocaederus caroli</i> Leprieur, 1876												1
CHRYSOMELIDAE												
EUMOLPINAE												
<i>Macrocoma henoni</i> Pic, 1894 (s. lat.)					1				1			
CHRYSOMELINAE												
<i>Timarcha punctella</i> Marseul, 1871 (s. lat.)	5	19	14	14	22	9	3	16	6	4		
GALERUCINAE												
<i>Galeruca (Galeruca) interrupta</i> Illiger, 1802					1	2			1			
<i>Galeruca (Galeruca) barbara</i> Erichson, 1841	1	2										

Taxon /Station	Guercif	NE Missour	Midelt	A B Methar	Tendrara	Bouârfâ	Rich	Bouânane	Figuig	Boudnib	Erfoud	Merzouga
CURCULIONIDAE												
LIXINAE												
<i>Larinus (Larinus) onopordi</i> Fabricius, 1787					2	1			1			
HYPERINAE												
<i>Brachypera (Antidonus) isabellina</i> Boheman, 1834					2	1			1			
LIXINAE												
<i>Lixus (Compsolixus) anguinus</i> Linneaus, 1767								1				
Coléoptère indéterminé sp. 1												2
Coléoptère indéterminé sp. 2					1				1			
Coléoptère indéterminé sp. 3			1									
Coléoptère indéterminé sp. 4			2									
								1				

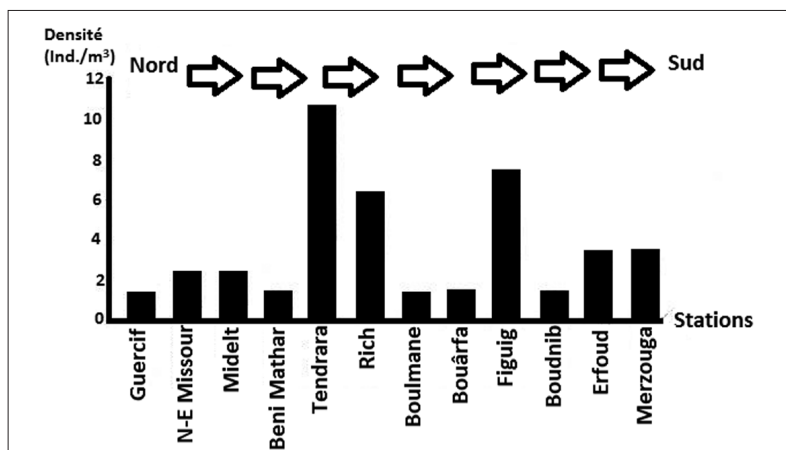


Figure 3 – Variation spatiale de la densité des espèces sabulicoles.

Figure 3 – Spatial variation of the sabulicolous species density.

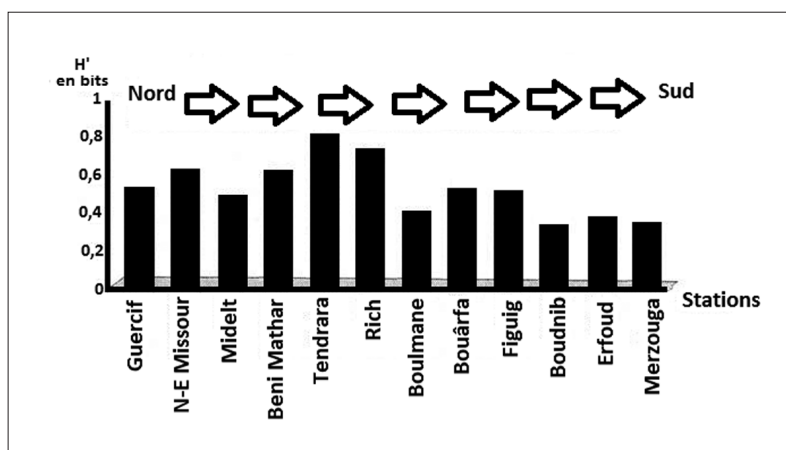


Figure 4 – Variation spatiale de la diversité (H').

Figure 4 – Spatial variation of diversity (H').

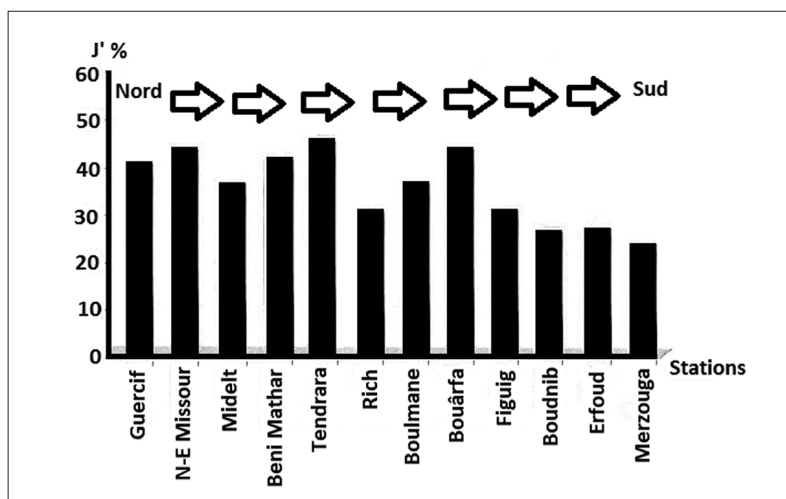


Figure 5 – Variation spatiale de l'équitabilité (J').

Figure 5 – Spatial variation of evenness (J').

Analyse de la présence des coléoptères par station

La station la plus riche est celle de Tendirara avec 56 taxons, vient ensuite la station de Figuig avec 48 taxons, celle de Bouârfâ avec 44 taxons et enfin la station la plus pauvre est celle de Guercif avec seulement 16 taxons.

Les plus fortes densités de coléoptères sont enregistrées à Tendirara, suivi de Figuig et de Bouârfâ (respectivement 10 ind./m³, 7 ind./m³ et 6 ind./m³). Les plus faibles valeurs sont obtenues à Guercif, Aïn Beni Mathar, Bouânane, Boudnib et Rich (figure 3). Entre ces deux extrêmes se situent les stations de Merzouga, Erfoud, Midelt et NE Missour.

Les densités sont plus faibles que celles enregistrées auparavant dans une étude concernant les dunes fixées par des graminées vivaces dans la même région (23 ind./m³ à Tendirara ; Bouraada 1996). Cela est à relier à la petite taille des dunes mobiles, à l'existence d'un sol limoneux imperméable ou encore au faible recouvrement de la végétation ; la fréquence des relevés effectués est également potentiellement trop faible.

Par ailleurs, ces densités, bien que plus faibles, demeurent néanmoins non négligeables, en particulier à Tendirara. En effet, la majorité de la faune édaphique (qui vit dans le sol) est représentée par des larves d'insectes (la plupart des coléoptères récoltés par la technique du tamisage ont été identifiés sous forme de larves), notamment de coléoptères. La remontée en surface de ces larves qui, le reste de l'année se trouveraient plus en profondeur, peut être liée à plusieurs causes, telles que l'augmentation de l'humidité du sol liée aux pluies printanières, l'apparition, à faible profondeur, des racines de plantes annuelles, l'élévation de température en surface, etc.. En outre, la présence d'une faune édaphique non négligeable pendant les journées chaudes est liée en partie à la présence d'espèces épi-édaphiques (qui vivent à la surface du sol) qui s'enfoncent dans le sol à la recherche d'un microclimat plus tempéré, les larves elles-mêmes étant enfouies plus profondément à la recherche d'humidité.

Par ailleurs, au niveau des stations de Figuig, de Tendirara et de Bouârfâ, on note les plus fortes densités de la faune édaphique. Ce qui va plus ou moins de pair avec l'évolution de l'abondance élevée des coléoptères notée dans ces stations. La densité des espèces endogées est constituée principalement d'éléments

strictement sabulicoles et essentiellement des larves de Tenebrionidae et de Scarabaeoidea. Bien qu'il y ait des différences pour l'indice de Shannon entre les différentes stations, l'ensemble des valeurs obtenues demeure très faible. Les dunes de la station de Tendirra présentent le peuplement de coléoptères le plus diversifié, avec un indice de 0,79 bits (figure 4). Il est suivi par le peuplement de Bouârfa ($H' = 0,7$ bits) puis celui de NE de Missouri ($H' = 0,59$ bits), alors que le peuplement le moins diversifié est celui de Merzouga et Boudnib (0,34 et 0,32 bits respectivement). Pour ce qui est de l'équitabilité, c'est à Tendirra que nous mesurons la meilleure répartition des individus entre les espèces ($J' = 45\%$) (figure 5). Au contraire, les stations de Erfoud, Boudnib et Merzouga avec respectivement des valeurs de 26 %, 26 % et 23 % montrent une répartition relativement hétérogène des individus entre les différentes espèces recensées.

L'analyse de la diversité et de l'équitabilité nous a permis de réunir nos stations en trois groupes.

Dans le premier groupe de stations (Tendirra, Bouârfa, NE Missouri, Aïn Beni Mathar et Guercif), nous sommes en présence des peuplements les plus diversifiés avec les équitabilités les plus élevées. Cela est lié à la présence d'un climat d'influence méditerranéenne, d'une végétation assez riche et abondante permettant l'installation d'un bon nombre d'espèces qui contribuent à leur tour à l'établissement d'une bonne diversité de coléoptères.

Le deuxième groupe, formé principalement des stations du « centre » (Bouânane, Midelt, Rich et Figuig), est caractérisé par des diversités et équitabilités plus faibles que celles du premier groupe.

Le troisième groupe est composé des stations du sud (Erfoud, Boudnib et Merzouga) ; les peuplements y sont extrêmement spécialisés, avec une faible diversité et une équitabilité faible. Ces peuplements sont sous la dépendance directe de facteurs de milieu extrêmement rigoureux, marquant leur spécialisation.

Conclusion

Les plus fortes densités de la faune sabulicole sont enregistrées à Figuig, Tendirra et Bouârfa, ce qui va de pair avec l'évolution de

l'abondance élevée des coléoptères notée dans ces stations. À l'inverse, les plus faibles densités sont obtenues à Guercif, Aïn Beni Mathar, Bouânane et Rich. La plupart des espèces éda-phiques sont des larves et des adultes dont la majorité est strictement sabulicole.

Les valeurs de diversité et d'équitabilité mesurées, sont assez faibles à très faibles et ce, quelle que soit la station considérée. Il s'agit donc de peuplements peu diversifiés et dominés par des espèces abondantes. Ces peuplements, comme le milieu qui les héberge, sont donc spécialisés voire même pour certaines espèces hyperspécialisées, avec une morphologie très spéciale et des caractères adaptatifs remarquables.

Références

- Alluaud C., 1926. Compte rendu d'une mission zoologique dans le Maroc sud-oriental (Avril-Mai 1924). *Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc* VI: 12-19.
- Alluaud C., 1925. Excursion zoologique à la plage de Saïdia (Maroc oriental). *Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc* V: 47-49.
- Antoine M., 1943. Sur quelques carabiques marocains. *Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc* XXIII: 43-55.
- Antoine M., 1955. Coléoptères carabiques du Maroc : 1^{re} partie. *Mem. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc, Zool.* 1: 177 p.
- Antoine M., 1957. Coléoptères carabiques du Maroc : 2^e partie. *Mem. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc, Zool.* 3: 179-314 p.
- Antoine M., 1959. Coléoptères carabiques du Maroc : 3^e partie. *Mem. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc, Zool.* 6: 315-465 p.
- Antoine M., 1961. Coléoptères carabiques du Maroc : 4^e partie. *Mem. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc, Zool.* 8: 467-537 p.
- Antoine M., 1962. Coléoptères carabiques du Maroc : 5^e partie. *Mem. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc, Zool.* 9: 539-692 p.
- Baraud J., 1985. *Coléoptères Scarabaeoidea. Faune du nord de l'Afrique du Maroc au Sinaï*. Lechevalier, Paris, 651 p.
- Bouraada K., 1996. *Le peuplement des végétaux et coléoptères de dunes fixées par des graminées vivaces dans le Maroc Oriental*. Thèse de 3^e cycle, Université Mohamed V, Fac. Sci. Oujda. 137 p.
- Bouraada K., Chavanon G. & Chergui H., 1999. Peuplement en coléoptères de dunes fixées par des graminées vivaces dans la région orientale du Maroc. *Actes Inst. Agron. Vét. (Maroc)* 19: 219-230.
- Bouraada K., Chavanon G. & Chergui H., 2014. Structure écologique des peuplements des végétaux des dunes fixées par des graminées vivaces dans le Maroc oriental. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét* 2: 72-91.
- Bouraada K. & Essafi M. 2016. Communautés végétales des dunes mobiles de la frange septentrionale et de la région Orientale du Maroc. *Ecologia mediterranea* 42(1): 29-38.

- Bruneau de Miré P., 1958. Les Sphorides d'Algérie, (Col. Pterostichidae), *L'Entomologiste*, 25: 66-286.
- Chavanon G. & Bouraada K., 1995. 2^e Note sur les *Scarabaeoidea* du Maroc oriental, addenda et corrigenda, *L'Entomologiste*, 51(6): 257-262.
- Chavanon G. & Bouraada K., 1996. Coléoptères nouveaux ou intéressants de la région de Figuig (sud-est du Maroc) : compléments et nouvelles données, *Nouv. Revue Ent.* 13: 287-293.
- Chavanon G., Zitouni N. & Bouraada K., 1995. *Scarites striatus* (Scaritidae) et *Geotrogus araneipes* Fairmaire (*Melolonthidae*), deux coléoptères nouveaux pour la faune marocaine, *Nouv. Revue Ent. (N.S.)*, 12: 1-212.
- Chessel D. & Debouzie D., Donadieu P. & Klein D., 1975. Introduction à l'étude de la structure horizontale en milieu steppique. 1/ Échantillonnage systématique par distance et indice de régularité. *Oecologia Plantarum*, 19: 25-42.
- Debrach J., 1953. Notes sur les climats du Maroc occidental. *Maroc Méridional* 32: 1122-1134.
- Español F.C., 1951. Misiones Saharianas de l'Institut scientifique chérifien (Col. Tenebrionidae). *Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc* XXXI: 287-333.
- Joly F., Poueyto A., Guinet PH., Sauvage Ch., Panouse J.B., Vachon M., Kocher L. & Raymond A., 1954. *Les Hamada Sud-Marocaines. Résultats de la mission d'étude 1951 de l'institut scientifique Cherifien et du centre de recherche saharien*. Soc. sci. nat. phy. Maroc, Rabat, coll. « Travaux de l'Institut scientifique chérifien », Série générale 2: 1-77.
- Kocher L., 1956. *Catalogue commenté des Coléoptères du Maroc*, Fasc. VI, *Tenebrionides*. Soc. sci. nat. phy. Maroc, Rabat, coll. « Travaux de l'Institut scientifique chérifien », Série zoologique 12: 185 p.
- Kocher L., 1957. *Contribution à l'étude des Glaphyrus Marocains (Col. Scarab.)*. Fasc. VI. Soc. sci. nat. phy. Maroc, Rabat, coll. « Travaux de l'Institut scientifique chérifien », Série zoologique 30: 83 p.
- Kocher L., 1961 *Catalogue commenté des Coléoptères du Maroc*. Fasc. X. *Addenda et corrigenda*. Soc. sci. nat. phy. Maroc, Rabat, coll. « Travaux de l'Institut scientifique chérifien », Série zoologique 30: 164 p.
- Kocher L., 1969. *Catalogue commenté des Coléoptères du Maroc*. Fasc. X bis. *Nouveaux Addenda et corrigenda*. Soc. sci. nat. phy. Maroc, Rabat, coll. « Travaux de l'Institut scientifique chérifien », Série zoologique 34: 132 p.
- Maachi M. & Radouani M., 1993. Communauté des coléoptères d'un littoral sableux méditerranéen : la plage de Bou-Areg (Maroc). *Ecologia mediterranea* 9: 29-38.
- Peyerimhoff P., 1943. Coléoptères du Sahara occidental. *Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc*, 9: 90-164.
- Peyerimhoff P., 1947a. Étude et description des coléoptères marocains II. *Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc* 9: 90-164.
- Peyerimhoff P., 1947b. Notes sur une vingtaine de Coléoptères récemment trouvés au Maroc. *Bull. Soc. Sc. Nat. Phys. Maroc* 25-26-27: 309-321.
- Pierre F., 1958. *Écologie et peuplement entomologique des sables vifs du Nord-occidental*. Centre national de recherche scientifiques, Série Biologique, France, 332 p.
- Reymond A., 1952. Insectes de divers ordres récoltés au Sahara central au cours d'une mission du Centre national de la recherche scientifique en 1947-1948. *Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc* 32: 77-89.