

## ÉCOLOGIE ET DIVERSITÉ DE LA COMMUNAUTÉ D'ODONATES DANS QUELQUES HABITATS DU SAHARA NORD-ALGÉRIEN

KORICHI Raouf<sup>\*1</sup>, ALMI Afifa<sup>2</sup>, HAMMADI Zahra<sup>1</sup>,  
ZEHANI Ahlem<sup>1</sup>, ZINAT Hala<sup>1</sup> et BOUZID Abdelhakim<sup>3</sup>

<sup>(1)</sup>Laboratoire Protection des écosystèmes en zones arides et semi-arides  
Faculté des sciences de la nature et de la vie.

Université Kasdi Merbah, Ouargla 30000, Algérie

<sup>(2)</sup>Laboratoire Bioressources, Faculté des sciences de la nature et de la vie  
Université Kasdi Merbah, Ouargla 30000/Algérie

<sup>(3)</sup>Laboratoire de Conservation des Zones Humides, Université de Guelma, Algérie

\*E-mail: [korichkov@hotmail.fr](mailto:korichkov@hotmail.fr)

(Received 12 May 2021 - Accepted 22 November 2021)

**Résumé:-** La diversité des odonates est examinée dans la région nord-est du Sahara algérien en échantillonnant 12 sites potentiels (un chott, 7 palmeraies et 4 lacs) sur un transect de 470 Km. Cette région du bas-Sahara est dotée des plus importantes oasis et de plusieurs zones humides, une géomorphologie dotée d'une pente sud-nord impliquant un réseau de drainage et un gradient d'altitude. Une absence d'études actualisées dans cette région incite à réaliser un inventaire spécifique et une analyse écologique du peuplement d'odonates sur une période de 22 mois répartis entre 2012 et 2020 pour déterminer les variables et les échelles qui maintiennent ce peuplement. L'odonatofaune recensée correspond à 21 espèces réparties en 7 Zygoptères et 14 Anisoptères (52,4% Libellulidae; 33,3% Coenagrionidae et 14,3% Aeshnidae). La fréquence d'occurrence indique que la classe accidentelle représente 66,7% du peuplement. Les espèces accessoires correspondent à 23,8% alors que 4,7% sont respectivement omniprésentes et constants. Dans les sites à altitude faible (-100 m), l'indice de diversité Shannon-Weaver affiche sa valeur la plus élevée (2,70 bits). La valeur la plus faible ( $H' = 1,35$  bits) est remarquée en altitude supérieure à 300 m. La migration printannière de *Anax ephippiger* est observée à Ouargla (sud-est de l'Algérie) en direction du nord. Le printemps et l'été sont les plus riches en espèces soit 20 et 15 espèces respectivement. Le statut de reproduction indique que pour la plupart des espèces sont autochtones dont la reproduction est probable à certaine (*Crocothemis erythraea*) dans les drains en palmeraies. Le statut IUCN révèle que 2 espèces sont en danger (*Coenagrion mercuriale* et *Acisoma panorpoides ascalaphoides*). L'espèce *Enallagma deserti* est endémique au Maghreb.

**Mots-clés:** palmeraie, zone humide, drain, odonate, Sahara, algérie.

## ODONATES COMMUNITY ECOLOGY AND DIVERSITY OF SOME HABITATS IN NORTHERN ALGERIAN SAHARA

**Abstract:-** Odonata diversity is examined in the northeastern region of the Algerian Sahara by sampling 12 potential sites (one chott, 7 palm groves and 4 lakes) on a 470 km transect. This region of the lower Sahara is endowed with the most important oases and several wetlands, a geomorphology with a south-north slope involving a drainage network and an altitude gradient. A lack of updated studies in this region prompts a specific inventory and ecological analysis of the odonate stand over a 22 months period between 2012 and 2020 to determine the variables and scales that maintain this stand. The odonatofauna recorded corresponds to 21 species divided into 7 Zygoptera and 14 anisoptera (52.4% Libellulidae; 33.3% Coenagrionidae and 14.3% Aeshnidae). The distribution type indicates that accidental category represents 66.7% of the population. The accessory species correspond to 23.8% while 4.7% are ubiquitous and constant respectively. At low elevation sites (-100 m), the Shannon-Weaver diversity index shows its highest value (2.70 bits). The lowest value ( $H' = 1.35$  bits) is noted at altitude above 300 m. The spring migration of *Anax ephippiger* is observed in Ouargla (south-east of Algeria) towards the north. Spring and summer are the richest in species, with 20 and 15 species respectively. The breeding status indicates that for the most part the species are indigenous whose reproduction is probable to certain (*Crocothemis erythraea*) in the drains in palm groves. The IUCN status reveals that 2

*species are endangered (Coenagrion mercuriale and Acisoma panorpoides ascalaphoides). The species Enallagma deserti is endemic to North Africa.*

**Key words:** palm-grove, wetland, drain, dragonflies, Sahara, Algerian.

## Introduction

Partout dans le monde, les odonates sont en régression du fait des impacts humains négatifs, ce qui incite à se préoccuper de leur conservation [1]. Les Odonates constituent d'excellents indicateurs biologiques, fiables pour l'évaluation des changements environnementaux sur le long terme et le court terme mais aussi pour l'appréciation de l'érosion de la biodiversité et l'altération des fonctionnalités écologiques des zones humides [2-11]. Parfois plus modestement, les odonates forment un indice sûr de la richesse faunistique des eaux douces [12]. Le Maghreb présente un niveau élevé d'endémisme en Libellules et l'impact négatif sur les habitats humides ne cesse de s'accroître, en grande partie en raison de l'augmentation de la population, il est considéré que 28,2% des 877 espèces d'eau douce de la région sont considérées comme menacées [13-3]. Dans un rapport de l'IUCN, il a été rappelé de l'urgence de mettre à jour les connaissances sur les Libellules en Algérie à travers des publications scientifiques [3]. Compte tenu des connaissances limitées sur les odonates locales et de la pression anthropique croissante sur les habitats naturels, il est urgent de réévaluer la distribution et le statut des Odonates locales [14]. Dans la littérature, les travaux faisant références aux Odonates de l'Algérie avant le moitié du 19<sup>ème</sup> siècle sont rares, ils sont relativement mieux prospectés au cours du 19<sup>ème</sup> siècle dont SELYS-LONG CHAMPS (1865, 1866, 1871, 1902); KOLBE (1885); MCLACHLAN (1897); MARTIN (1901, 1910) cités par KHELIFA *et al.* (2011) [15]. Au début du 20<sup>ème</sup> siècle, des efforts se combinent du nord de l'Algérie au Sahara en attirant l'attention de plusieurs naturalistes comme MORTON (1905); LE ROI (1915); KIMMINS (1934); REYMOND (1952); NIELSEN (1956); DUMONT (1978, 2007); BOUDOT *et al.* (2009) cités par KHELIFA *et al.* (2011) [15]. Plus récemment, les contributions de SAMRAOUI et De BELAIR (1997, 1998) [16-17], SAMRAOUI *et al.* (1998) [18]; établissant une liste de 63 espèces d'Odonates; SAMRAOUI et CORBET, (2000) [19]; RISERVATO *et al.* (2009) [3], KHELIFA *et al.* (2011, 2013, 2015) [15-21] et ZEBBA *et al.* (2015) [22] ont concerné l'est de l'Algérie. Le pays est très vaste et les prospections sont souvent très localisées, beaucoup de ces publications concernent notamment la Numidie (partie nord-est du pays). Ainsi, ces travaux ont conduit à démontrer un taux élevé d'endémisme [3-23], une diversité odonotologique exceptionnelle atteignant 45 espèces [16-17], mais aussi des cas d'espèces éteintes localement probablement suite à une dégradation de leurs habitats privilégiés [19-24].

L'Algérie, un vaste pays doté d'une riche palette de zones humides, compte environ 42 zones humides inscrites Ramsar [25]. Le Sahara forme une immense ceinture qui sépare le Nord paléarctique du sud afro-tropical [21]. Il y a quelques milliers d'années, le Sahara était couvert de lacs [26]. Quelques vestiges résistent à l'aridité sous forme de zones humides (chott, sebkha, lac, oued, guelta, etc.). Ces habitats sont éparpillés dans toute la partie sud du pays. Comme conséquence d'une aridité et d'un isolement. Cette espace géographique difficile d'accès et peu prospecté, offre peu de données disponibles sur ce groupe, il abriterait probablement des sites d'accueil pour des odonates, notamment dans les zones humides permanentes ou temporaires parsemées à travers son territoire. Rares sont

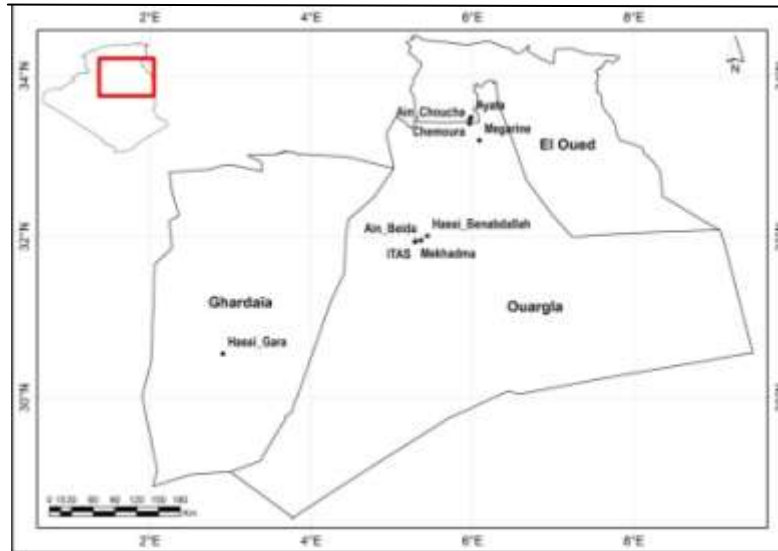
les études qui ont pris en charge d'établir un suivi temporelle des odonates en régions sahariennes. De fait, de telles réactualisations et compléments de prospections sont particulièrement importants en ce qui concerne les espèces endémiques ou ayant une aire de répartition fragmentée, qui sont souvent les plus fragiles et les plus menacées [27]. Parmi les 165 espèces de libellules méditerranéennes, 19% sont menacées [3], les listes des statuts d'espèces en danger figurent aussi pour l'odonatofaune Maghrébine, mais pour faire de même pour la région saharienne, il est urgent de prospector d'avantage et de focaliser les observations dans des habitats particuliers, reculés et emblématiques. Il est donc nécessaire de réaliser une étude avec deux objectifs: dresser une liste des Odonates de la partie nord-est du Sahara algérien, préciser la répartition des espèces dans la région et leur évolution dans le temps.

## 1.- Méthodologie

### 1.1.- Cadre de l'étude

Le Sahara septentrional se présente comme une zone de transition entre les steppes méditerranéennes nord africaines et le Sahara central [28-29]. Il se présente même comme une forme extrême du pays steppique qui borde l'Afrique méditerranéenne [30]. Dans la partie Est du Sahara nord-algérien figure le Bas-Sahara, un chapelet d'oasis doté de zones humides (fig. 1), région de basse altitude, se confond avec le piémont saharien et possède des affinités méditerranéennes [31,32]. Du Nord au Sud le Bas-Sahara comprend Djemâa, Touggourt et Ouargla et s'étend sur plus de 200 km. La région d'Ouargla (31° 57' à 32°1' N; 5° 19' à 5,4'E.; altitude 157 m) dont la superficie est de 163.000 km<sup>2</sup> est située au fond d'une cuvette de la basse vallée de l'Oued Mya qui débouche avec les Oueds N'sa et M'zab dans la sebkha Sefioune. L'oasis d'Ouargla est une des plus grandes du Sahara algérien, elle occupe une soixantaine de kilomètres sur le lit quaternaire de l'oued Mya [33]. La cuvette d'Ouargla occupant le centre d'une cuvette endoréique (99000 ha), se trouve entourée par des chotts comme ceux d'Ain-Beida et d'Oum-Er-Raneb (classés Ramsar), mais aussi par des palmeraies traditionnelles, elle correspond à la basse vallée fossile d'Oued Mya qui draine le versant nord du plateau de Tademait et se termine à la Sebkha Safioune à environ 40 km au nord de Ouargla [34-36]. Ouargla est une oasis à activité agricole fortement dominée par la phoeniculture formant des palmeraies, soit des formations végétales fermées à semi-ouvertes [37]. La vallée d'Oued Righ s'étend sur environ 150 km, elle comprend trois régions phoenicoles dont Djemâa et Touggourt et des sites Ramsar d'importance internationale (Chott Merouane, chott Melghir, chott sidi Slimane et canal exutoire d'eau de drainage long de 136 km). Quant à la région de Djemâa (33°24' à 33°43' N; 5°53' à 6°06 E; altitude de 51 m). Elle est limitée au nord par les palmeraies d'El M'ghaier, à l'ouest par le plateau du M'zab et d'Ouled Djellal, au sud par l'oasis Tamerna et les grandes oasis de Touggourt, à l'est par l'Erg oriental. La région de Touggourt (33° 05' N; 6° 06' E; altitude de 75 m) est un ensemble d'oasis couvrant une superficie de 1498,75 km<sup>2</sup>. Elle est limitée au nord par les palmeraies de Mégarine, au sud et à l'est par le grand Erg oriental et à l'ouest par des dunes de sable cette localité constitue la partie haute de la vallée d'Oued Righ [38]. Touggourt est un pays de chotts et d'oasis, les palmeraies y forment un chapelet s'égrenant sur les flancs d'une gouttière très aplatie tandis que les bas-fonds sont occupés par des sebkhas reliées par un grand canal de drainage [39]. Vers la limite sud du Sahara septentrional, se trouve l'oasis d'El Ménéa dite El Goléa (30° 33' 08" N à 2° 54' 54" E; altitude 358m) entre Ghardaïa et Timimoun. Ces quatre régions présentent quatre saisons thermiques qui se succèdent sous un climat tempéré de type méditerranéen. Des signes constants d'aridité (type saharien) sont décelés,

un indice de De Martonne inférieur à 10 (période 2000-2014), une période sèche qui s'étale durant douze mois font que ces régions appartiennent à l'étage bioclimatique saharien à hiver doux, avec des températures élevées en été (supérieures à 30°C en moyenne, le mois le plus chaud étant juillet), et basses en hiver (janvier est le mois le plus froid, une température moyenne entre 10 et 15°C) [38-40].



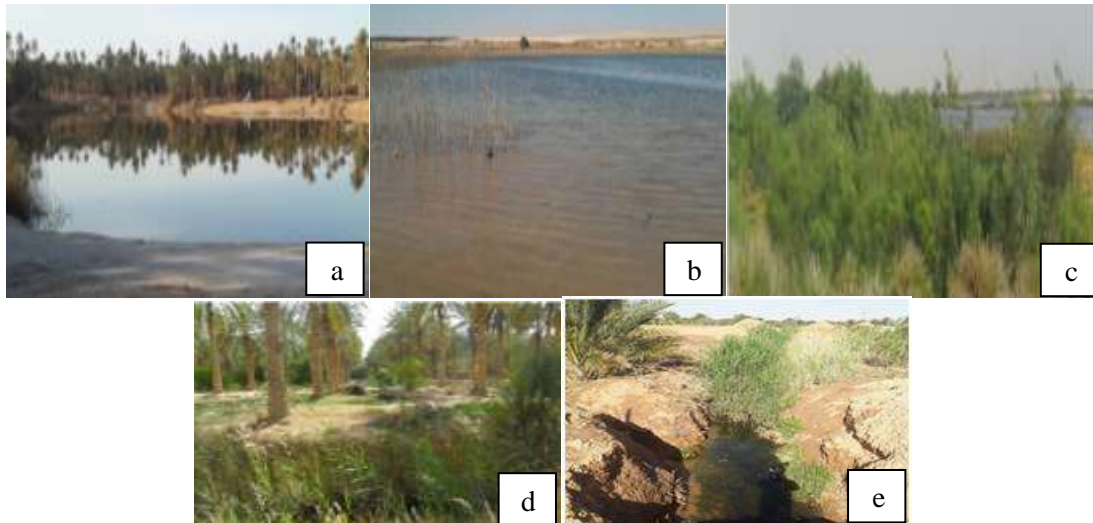
**Figure 1.-** Carte des sites d'étude et de la région de prospection

## 1.2.- Choix et présentation des sites

Pour décrire la richesse totale de la zone humide, il est préférable d'échantillonner tous les types d'habitats disponibles pour les Odonates. Le choix s'est fixé sur deux biotopes: une zone humide artificielle (drains en palmeraie) à écoulement très faible et une profondeur de deux mètre en moyenne, et une zone humide naturelle (chott, lac). Dans la région d'Ouargla, il s'agit du chott d'Aïn El Beïda (1000 ha; 31°57'- 31°59' N. 5°19'- 5°22' E; 146 m; végétation herbeuse), de la palmeraie de l'exploitation agricole de l'université d'Ouargla (18 ha; 31°,57' N; 5°,20' E, 135 m; végétation ligneuse avec végétation herbeuse ouverte), du lac Hassi Ben Abdallah (6 ha; 32°0'51" N; 5°26'54" E; 152 m; végétation herbeuse extrêmement ouverte) et de la palmeraie Mekhadma (80 ha; 31° 57' N.; 5° 19' E; 134 m; végétation herbeuse semi-ouvert). Dans la région de Djemâa, , trois palmeraies sont retenues: Aïn Choucha (1 ha; 33°25'44.93 N; 5°58'21.29 E; 53 m; végétation ligneuse avec végétation herbeuse très ouverte), Chriâa (30 ha; 33°26'43"N. 5°58'45" E; 50 m; végétation ligneuse avec végétation herbeuse claire) et Chemora (3,5 ha; 33°27'23"N. 5°58'25"E; 48 m; végétation ligneuse avec végétation herbeuse ouverte) ainsi que le lac Ayata (6 ha; 33°29'48''N.; 05°59'10''E; 31 m; végétation ligneuse avec végétation herbeuse fermée). Quant à la région de Touggourt, deux lacs sont prospectés, il s'agit du lac Témacine (5 ha; 33°00'54.28'' N, 6°01'24.23''E; 77 m; végétation herbeuse extrêmement ouverte), du lac Meggarine (1,25 ha; 33°12'16.29"N. 6°05'53.67" E; 59 m; végétation herbeuse très ouverte) ainsi que la palmeraie Meggarine (1,5 ha; 33°12'21.58''N; 6°5'54.22''E; 59 m; végétation ligneuse avec végétation herbeuse ouverte). Enfin dans la région d'El Ménéa, une palmeraie à Hassi Gara (10 ha; 30° 33' 08" N 2° 54' 54" E; 358 m; végétation ligneuse avec végétation herbeuse ouverte) est échantillonnée.

### 1.3.- Echantillonnage

Au total, 7 palmeraies, un chott et 4 lacs sont prospectés ayant presque tous une eau d'origine phréatique (fig. 2).



**Figure 2.** - Sites prospectés (a: lac Meggarine; b: lac Hassi Ben Abdallah; c: lac Ayata; d: drain de la palmeraie Ain Choucha; e: drain à la palmeraie Meggarine)

Les sites à échantillonner correspondent à des habitats lenticques et se prêtent particulièrement bien à cette étude en raison de leur état naturel ou semi-naturel. Les critères ayant guidé ce choix, reposent sur la présence des odonates, l'accès et la typologie des zones humides. Outre l'échantillonnage odonatologique, des données abiotiques et biotiques sont recueillies pour caractériser les sites prospectés.

#### 1.3.1. - Odonates

Le peuplement d'odonates et le couvert végétal sont échantillonnés. La capture d'Odonates débute en juillet 2012 jusqu'à mai 2013 puis de décembre 2015 à avril 2016 et enfin de février à août 2020. Durant cette période, les sessions de relevés ont été effectuées à raison d'une à deux sorties par mois pour chaque site. La capture d'imagos à l'aide de filet à papillon de couleur sombre [41], se fait par temps ensoleillé tantôt le matin, tantôt la fin d'après-midi, quelques fois en mi-journée (température moyenne supérieure à 20°C), ciel dégagé et vent faible à modéré. Chaque relevé dure en moyenne entre 4 et 6 heures. L'effectif des imagos est estimé en marchant près des plans d'eau d'une façon aléatoire le long d'un transect pédestre de 100 m (2,5 m de part et d'autre de l'interface terre/eau) répété 5 fois [42]. Le nombre d'adultes et d'exuvies, la signalisation d'individu isolé ou multiple, la présence de mâles et de femelle, le comportement reproducteur le plus significatif: défense territoriale, tandem, accouplement, ponte, larve, exuvie, sont enregistrés. Le choix de la surface d'observation n'est pas laissé au libre choix de l'opérateur. Des efforts supplémentaires sont fournis et déployés à la recherche d'exuvies à la main dans la masse d'eau près des tiges d'hydrophytes où elles seraient accrochées. La fouille se fait sur des placettes (5) de 4 m<sup>2</sup> en déterminant leur genre et leur abondance [42]. L'identification des spécimens se fait grâce à l'adoption des critères de classification de DIJKSTRA et LEWINGTON (2007) [43].

### 1.3.2. - Végétation

Dans les groupements végétaux herbacés, il est utilisé la méthode des transects [44]. Cette technique permet de représenter la physionomie du paysage suivant la méthode de MAYER [45]. Le choix de l'échantillon à réaliser se fait en sélectionnant des zones qui paraissent particulièrement homogènes et représentatives [46]. Toutes les espèces botaniques sont notées sur l'aire choisie, chaque pied avec ses caractéristiques de hauteur moyenne et diamètre. Le calcul du taux de recouvrement de chaque espèce végétale au niveau de chaque transect s'obtient grâce aux formules suivantes [47]:

$$T = Ss \cdot 100/S \quad (1)$$

$$Ss = \pi \cdot r^2 \cdot n \quad (2)$$

Le recouvrement global (RG) est le rapport de la somme des surfaces occupées par toutes les espèces végétales ( $S_s$ ) à la surface de l'aire-échantillon ( $500 \text{ m}^2$ ). Une échelle allant de 0: milieu extrêmement ouvert à 100: fermé, est appliquée afin de caractériser la physionomie du milieu décrit. Ainsi des variables quantitatives et qualitatives de la végétation sont définies.

### 1.4.- Analyse écologique

La description du peuplement d'odonates fait appel à des indices écologiques. Il s'agit de la richesse spécifique totale [48-49-50]; la fréquence centésimale [51], la fréquence d'occurrence [52], et enfin l'indice de diversité de Shannon-Weaver ( $H'$ ) [53-54-48]. En outre, il est fait appel à l'indice de similarité de Jaccard afin de mesurer le degré de ressemblance entre plusieurs habitats basée sur les présences-absences spécifiques ou sur les abondances spécifiques [55-57].

### 1.5.- Analyse statistique

L'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.), est une méthode d'analyse multidimensionnelle qui permet d'établir un diagramme de dispersion unique dans lequel apparaissent à la fois chacun des caractères considérés et chacun des individus observés [58]. C'est une méthode qui permet de décrire la dépendance ou la correspondance entre deux ensembles de caractères (Excel Stat 2014.5.03) [59].

## 2.- Résultats et discussion

### 2.1.- Composition et structure du peuplement

La prospection sur 12 sites a permis de déceler la présence de 21 espèces d'Odonates dont 14 Anisoptères et 7 Zygoptères. Les 11 genres déterminés appartiennent à 3 familles (tab. I) où la famille Libellulidae contenant 6 genres soit 52,4% devant Coenagrionidae (33,3%) qui comprend 5 genres dont *Ischnura*, *Enallagma* et *Erythromma*. La famille Achnidae (14,3%) est représentée uniquement par le genre *Anax*.

Quatre catégories d'occurrence sont observées, parmi les espèces accessoires figurent *Ischnura sahariensis*, *Ischnura fountainae*, *Anax imperator*, *Trithemis annulata* et *Orthetrum sabina*. Seul omniprésent figure *Crocothemis erythraea* alors que chez la classe constante se retrouve uniquement *Orthetrum trinacria* (tab. I). La classe accidentelle concerne 14 espèces dont *Diplacodes lefebvrei*, *Orthetrum chrysostigma*, *Trithemis Kirbyi*,

*Sympetrum striolatum* et *Coenagrion mercuriale*. Dans la région d'Ouargla, en mars 2020 comme en février à avril 2019 durant plusieurs jours, l'espèce la plus visible s'avère être *Hemianax ephippiger* qui est présente en masse, très probablement il s'agit d'une migration de cette espèce vers le Nord du pays. L'espèce est un migrateur obligé qui quitte très tôt son site d'émergence, au début du stade post-ténérale; la barrière atlasique ne peut être franchie en hiver, de fortes concentrations d'imagos s'attardent au Sahara durant la saison froide, elles reprennent leur migration vers le nord au printemps [60]. La région méditerranéenne abrite 165 espèces d'odonates, parmi lesquelles 61 Zygoptera et 104 Anisoptera, au total, 11 familles sont présentes dans cette région [3]. La famille Libellulidae est connue pour être résiliente aux changements des conditions de l'environnement [61]. *Crocothemis erythraea* (Libellulidae) est l'espèce la plus abondante parmi les Anisoptères, ceci revient à sa capacité de coloniser plusieurs habitats y compris les milieux ouverts. *Ischnura sahariensis* et *Erythromma lindenii* (Coenagrionidae) sont les plus abondants parmi les Zygoptères; d'ailleurs, ces deux familles sont les plus diversifiées dans le monde [62-63], d'où leur présence en abondance dans les sites d'étude. La dominance d'espèces généralistes ubiquistes dont *Orthetrum trinacria*, *O. sabina*, *O. Chrysostigma*, *Crocothemis erythraea*, *Anax imperator*, *Ischnura sahariensis* et *Trithemis kirbyi* trouvées dans les sites prospectés peut indiquer une tolérance au changement du milieu vers des terrains à usage agricole qui favorisent la présence d'espèces généralistes plutôt que des milieux naturels qui soutiennent des espèces spécialistes, comme le précisent [64]. Libellulidae et Aeshnidae regroupent un grand nombre d'espèces qui sont très répandues et généralistes, elles montrent une colonisation d'un large spectre d'habitats et microhabitats [65-66]. *Ischnura fountaineae*, *I. sahariensis* sont des espèces sahariennes alors que *Orthetrum coerulescens* sp. *anceps* est une espèce orientale à expansion africaine et sud-européenne [67]. *Ischnura fountaineae* fréquente les pièces d'eau peu profondes, oasis et tolère une forte salinité alors que *Trithemis arteriosa* est une espèce rare et très localisée [41]. En fait, les milieux lotiques ont un fonctionnement qui se déroule sur un gradient majoritairement longitudinal, de l'amont vers l'aval. Cette particularité marque toute l'originalité de ces écosystèmes et les rend majoritairement dépendants des milieux aquatiques plus en amont ainsi que des milieux terrestres adjacents et de leur capacité à collecter et utiliser les ressources en provenance de ces milieux [68].

## 2.2.- Statut de reproduction et de conservation

Le statut de reproduction révèle que pour la plupart des espèces, la reproduction est certaine dans les sites prospectés. Chez *Crocothemis erythraea*, la reproduction avec succès est certaine (présence d'exuvies), cette espèce accomplit assurément son cycle biologique dans les sites étudiés (drains). Pour *Ischnura sahariensis* (larves) et *Anax imperator* (larves), la tentative de reproduction est vérifiée, le succès est très probable, dont un statut d'espèces autochtones. Ces sites sont d'une importance majeure en termes de conservation, la pérennité de ces espèces en dépend. Ainsi, des preuves de reproduction sont fournies pour trois espèces et des indices de reproduction probable pour dix-sept autres.

L'inventaire des adultes démontre que l'espèce *Hemianax ephippiger* capturée à Ouargla est une grande espèce migratrice originaire des régions arides. Elle est un élément migrateur de la faune tropicale [43]. Son observation durant la période printannière confirme que les sites qu'elle côtoie, répondent à ses exigences écologiques. Il est probable que quelques espèces migratrices ne fréquentent la région que de manière occasionnelle (*Hemianax ephippiger*). De fait, la colonisation de nouveaux habitats constitue un



processus écologique important permettant aux espèces d'étendre leur distribution pour éviter leur extinction [69]. Cependant, les Zygoptères ; espèces de petite taille, ne migrent pas sur de longues distances et préfèrent des habitats durables dotés de perchoires et suffisamment approvisionnés en eau [70].

Presque toutes les espèces observées présentent un statut moins préoccupant "Least concern" (LC) alors que *Coenagrion mercuriale* et *Acisoma panorpoides ascalaphoides* sont seules à statut en danger "Endangered" (EN). *Enallagma deserti* est endémique au Maghreb (tab. I). Parmi les 11 familles méditerranéennes, 19% des espèces sont menacées, 3% sont en danger critique d'extinction, 8% en danger et 8% vulnérables. Un total de 58% est dit de préoccupation mineure, tandis que 16% sont quasi-menacées [3].

Parmi les espèces à valeur patrimoniale, seule *Acisoma panorpoides ascalaphoides* fait partie des libellules relictuelles d'origine afrotropicale [71] et aurait une population relictuelle dans le nord-est de l'Algérie [43]. Elle suscite de ce fait, une attention particulière en termes de conservation. Cette espèce est retrouvée sous forme de quelques individus seulement, probablement à cause du déclin de ses effectifs. Un échantillonnage supplémentaire est nécessaire pour confirmer cette hypothèse. En outre, la partie sud du bassin méditerranéen (nord de l'Afrique) abrite 83 espèces qui représentent 50,3% de l'odonatofaune méditerranéenne où 14,3% des Zygoptera et 4,2% des Anisoptera sont endémiques [72].

**Tableau I.-** Statut et occurrence des espèces

Taxon	Espèce	Statut d'occurrence	Statut liste rouge UICN
Zygoptera	<i>Ceriagrion tenellum f. typical</i> (Villers, 1789)	Accidentel	LC (préoccupation minimale)
	<i>Erythromma lindenii</i> (Selys, 1840)	Accidentel	LC
	<i>Erythromma najas</i> (Hansemann, 1823)	Accidentel	LC
	<i>Ischnura sahariensis</i> Aguesse, 1958	Accessoir	LC
	<i>Ischnura fountainae</i> Morton, 1905	Accessoir	LC
	<i>Coenagrion mercuriale</i> (Charpentier, 1840)	Accidentel	EN (En danger)
	<i>Enallagma deserti</i> (Selys, 1840)	Accidentel	endémique au Maghreb
Anisoptera	<i>Hemianax ephippiger</i> (Burmeister, 1839)	Accidentel	LC
	<i>Anax imperator</i> Leach, 1815	Accessoir	LC
	<i>Anax parthenope</i> (Selys, 1839)	Accidentel	LC
	<i>Acisoma panorpoides ascalaphoides</i> Rambur, 1842	Accidentel	EN
	<i>Diplacodes lefebvrii</i> (Rambur, 1842)	Accidentel	LC
	<i>Crocothemis erythraea</i> (Brullé, 1832)	Omniprésent	LC
	<i>Orthetrum chrysostigma</i> (Burmeister, 1839)	Accidentel	LC
	<i>Orthetrum sabina</i> (Drury, 1773)	Accessoir	LC
	<i>Orthetrum trinacria</i> (Selys, 1841)	Constant	LC
	<i>Orthetrum coerulescens sp. anceps</i> (Fabrucius, 1798)	Accidentel	LC
	<i>Sympetrum striolatum</i> (Charpentier, 1840)	Accidentel	LC
	<i>Trithemis annulata</i> (Parisot de Beauvois, 1807)	Accessoir	LC
	<i>Trithemis Kirbyi</i> Selys, 1891	Accidentel	LC
	<i>Trithemis arteriosa</i> (Burmeister, 1839)	Accidentel	LC



### 2.3.- Association d'habitats

Sur 21 espèces observées, 19 se retrouvent dans les drains au niveau des palmeraies (90,47%) alors que 13 espèces (61,9%) sont observées dans les lacs par contre, aucune espèce n'est détectée dans le chott. Onze (11) espèces peuplent simultanément les deux habitats (tab. II).

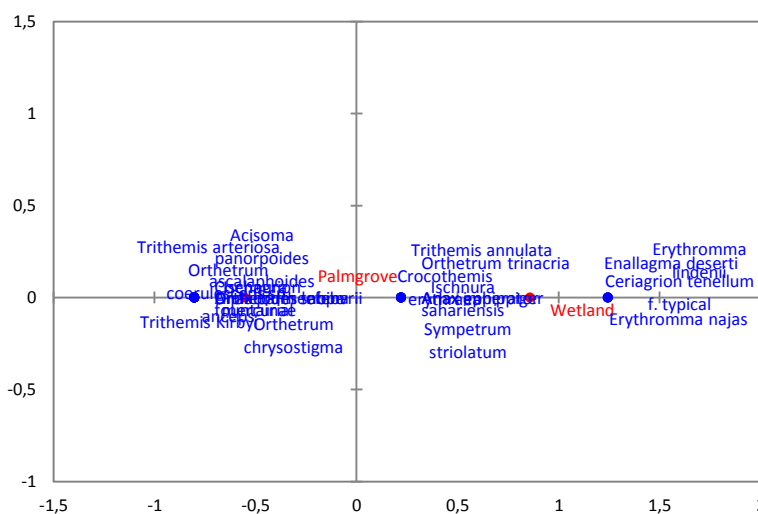
Par ailleurs, 42,85% des Anisoptera sont ubiquistes (*Trithemis annulata*, *Sympetrum striolatum*, *Orthetrum trinacria*, *Crocothemis erythraea*, *Anax imperator* et *Hemianax ephippiger*) et colonisent les deux habitats sans préférence apparente et n'exigent pas des conditions spécifiques de leur environnement. Seulement 4,76% des Zygoptera se retrouve dans les deux habitats (*Ischnura sahariensis*) tandis que 57,14% de ceux-ci ne cotoie que les zones humides contre 42,85% dans les palmeraies. La valeur de l'indice de similarité de Jaccard correspond à 0,52 évoquant ainsi que la richesse inter habitats est moyenne (conditions environnementales moyennement similaires entre l'habitat drain et l'habitat lac). Cependant, les espèces et les types d'habitats choisis sont autonomes l'un de l'autre (AFC,  $p > 0,05$ ) où 100% de l'inertie totale est fourni par l'axe F1 (fig. 3). La physionomie végétale ouverte caractérise la majorité des sites prospectés et forment un élément indicateur de la structure du peuplement d'odonates.

**Tableau II.-** Distribution des espèces en fonction des habitats

Ordre	Sous-ordre	Famille	Espèce	Habitat	
				Drain en palmeraie	Zone humide Lac
Odonata	Zygoptera	Coenagrionidae	<i>Ceriagrion tenellum f. typical</i>	+	+
			<i>Erythromma lindenii</i>	-	+
			<i>Erythromma najas</i>	-	+
			<i>Ischnura sahariensis</i>	+	+
			<i>Ischnura fountainae</i>	+	-
			<i>Coenagrion mercuriale</i>	+	-
			<i>Enallagma deserti</i>	+	-
	Anisoptera	Aeschnidae	<i>Hemianax ephippiger</i>	+	-
			<i>Anax imperator</i>	+	+
			<i>Anax parthenope</i>	+	+
		Libellulidae	<i>Acisoma panorpoides ascalaphoides</i>	+	-
			<i>Diplacodes lefebvreii</i>	+	-
			<i>Crocothemis erythraea</i>	+	+
			<i>Orthetrum chrysostigma</i>	+	+
			<i>Orthetrum sabina</i>	+	+
			<i>Orthetrum trinacria</i>	+	+
			<i>Orthetrum coerulescens sp. anceps</i>	+	-
			<i>Sympetrum striolatum</i>	+	+
			<i>Trithemis annulata</i>	+	+
			<i>Trithemis Kirbyi</i>	+	+
<i>Trithemis arteriosa</i>	+	-			

La richesse, abondance, diversité et distribution spatio-temporelle des espèces dépend de plusieurs facteurs (différence entre les habitats, période d'échantillonnage). En outre, l'activité agricole au sein des palmeraies n'est pas intense et reste épisodique, l'usage

des produits chimiques reste limité. La vulnérabilité des chotts temporaires et de leur diversité biologique à des sécheresses persistantes dans les régions arides est un autre facteur décisif. Canaux, fossés de drainage et rigoles d'irrigation au sein des palmeraies, sont plus souvent alimentés en eau en toutes saisons. Parmi les facteurs biotiques, la densité des prédateurs et en particulier celle des poissons voraces ou fouisseurs, et l'abondance des proies, pour les larves surtout, sont des contraintes sans doute parmi les plus importantes qui limitent l'expansion des populations [73]. Ces différences sont, dans une large mesure, également corrélées à la physico-chimie des eaux. A cet effet, les rives des drains (en palmeraies) présentent une configuration discontinue induisant une zone de contact plus importante de l'interface terre/eau. En outre, le microclimat offert par la physionomie de la végétation des rives, en particulier le degré d'ensoleillement est important pour l'épanouissement des communautés de libellules [73]. La dépendance d'espèces d'odonates au *Phragmites australis* est le fait que c'est une plante qui est présente en permanence pratiquement dans la plupart des sites prospectées, très proliférante (parfois de véritables roselières), elle offre une hauteur et un recouvrement optimaux pour les larves émergentes et les imagos perchants. En effet, une végétation haute et dense constitue un abri important pour les imagos [74-75]. Elle joue un rôle moins important pour le développement des populations d'odonates sensibles à la densité de la végétation riveraine dans laquelle les imagos s'abritent [76]. En conséquence, les peuplements d'odonates constituent de bons descripteurs de la structuration des milieux aquatiques et de leur diversité en micro-habitats [12-2].



**Figure 3.-** Biplot basé sur AFC illustrant l'association entre les odonates et les deux types habitats (palmeraie et zone humide)

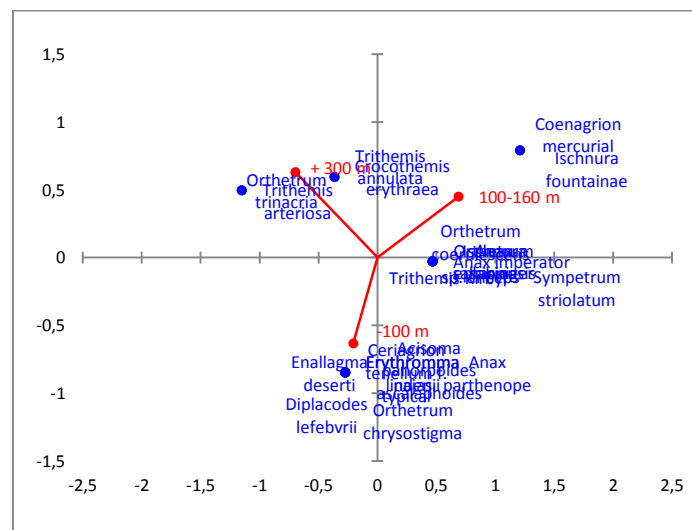
Par ailleurs, les sites prospectés ayant une altitude inférieure à 100 m abritent 19 espèces soit 90,47%, parmi elles figurent *Enallagma deserti*, *Erythromma najas*, *Sympetrum striolatum*, *Orthetrum coerulescens* sp. *anceps* et *Anax parthenope* (tab. III). Dans les sites à altitude moyenne (100-160 m) et dans ceux supérieures à 300 m, sont recensées 11 et 4 espèces respectivement. Entre l'altitude faible et moyenne l'indice de Jaccard affiche 0,42 soit une similarité faible. Entre l'altitude moyenne et élevée la valeur atteint 0,15 soit 2 espèces communes seulement (*Trithemis annulata* et *Crocothemis erythraea*). De même les espèces communes aux altitudes faibles et élevée coorespondent à 4 espèces (*Trithemis arteriosa*, *T. annulata*, *Orthetrum trinacria* et *Crocothemis*

*erythraea*) soit une valeur de l'indice de similarité de 0,21. L'affinité d'*Hemianax ephippiger* pour les altitudes allant de 0 à 200 m est évidente [77]. De même, il a été démontré que la diversité odonatologique est maximale entre 0 et 250 mètres d'altitude [78].

L'analyse AFC démontre que les espèces et les altitudes sont indépendantes ( $p > 0,05$ ). L'axe F2 explique à 55,71% de l'inertie totale, les espèces d'odonates ne semblent pas se distribuer suivant un gradient d'altitude (fig. 4).

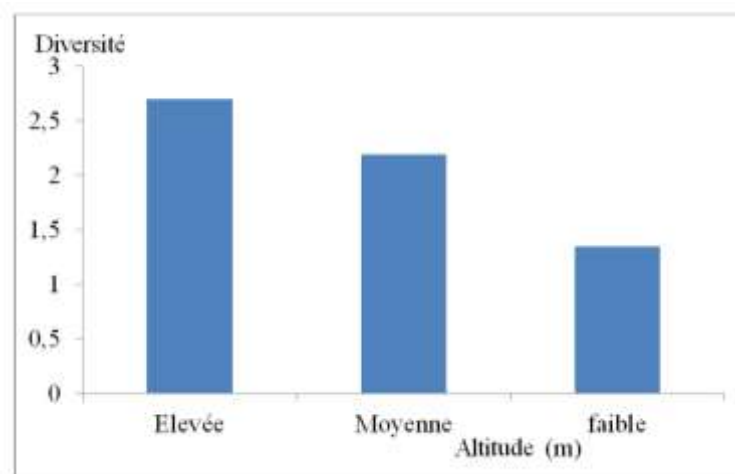
**Tableau III.-Richesse et association des odonates en fonction de l'altitude**

Espèce	Altitude d'observation (m)		
	-100 m	100-160 m	+ 300 m
<i>Ceriagrion tenellum f. typical</i>	+	-	-
<i>Erythromma lindenii</i>	+	-	-
<i>Erythromma najas</i>	+	-	-
<i>Ischnura sahariensis</i>	+	+	-
<i>Ischnura fountainae</i>	-	+	-
<i>Coenagrion mercurial</i>	-	+	-
<i>Enallagma deserti</i>	+	-	-
<i>Acisoma panorpoides ascalaphoides</i>	+	-	-
<i>Diplacodes lefebvreii</i>	+	-	-
<i>Anax imperator</i>	+	+	-
<i>Anax parthenope</i>	+	-	-
<i>Hemianax ephippiger</i>	+	+	-
<i>Crocothemis erythraea</i>	+	+	+
<i>Orthetrum chrysostigma</i>	+	-	-
<i>Orthetrum Sabina</i>	+	+	-
<i>Orthetrum trinacria</i>	+	-	+
<i>Orthetrum coerulescens sp. anceps</i>	+	+	-
<i>Sympetrum striolatum</i>	+	+	-
<i>Trithemis annulata</i>	+	+	+
<i>Trithemis Kirbyi</i>	+	+	-
<i>Trithemis arteriosa</i>	+	-	+
Total	19	11	4



**Figure 4.-Biplot basé sur AFC illustrant l'association entre les odonates et les altitudes**

L'indice de diversité Shannon-Weaver affiche sa valeur la plus élevée (2,70 bits) dans les milieux à altitude faible (-100 m), par contre en milieu à altitude moyenne (100-160 m), H' correspond à 2,17 bits. La valeur la plus faible (H'=1,35 bits) est notée à altitude supérieure à 300 m (fig. 5).



**Figure 5.** - Diversité des odonates en fonction de l'altitude (faible: -100m, moyenne: 100-160m et élevée: +300m)

Une présence permanente des odonates est notée en toutes saisons (tab. IV). Le printemps est le plus doté (20 espèces). En été, 5 espèces parmi 21 sont absentes, il s'agit d'*Erythromma lindenii*, *Ischnura fountainae*, *Ceriagrion tenellum f. typical*, *Hemianax ephippiger*, *Coenagrion mercuriale* et *Orthetrum coerulescens sp. anceps*. La diversité des odonates plus importante en milieu à basse altitude, pourrait être expliquée par des températures plus importantes surtout en été et au printemps.

**Tableau IV.-** Répartition temporelle des odonates en fonction des saisons

Espèces	Saisons			
	Eté	Automne	Hiver	Printemps
<i>Ceriagrion tenellum f. typical</i>	-	-	-	+
<i>Erythromma lindenii</i>	-	-	-	+
<i>Erythromma najas</i>	+	-	-	+
<i>Ischnura sahariensis</i>	+	-	+	+
<i>Ischnura fountainae</i>	-	-	+	+
<i>Coenagrion mercuriale</i>	-	-	+	+
<i>Enallagma deserti</i>	+	-	+	+
<i>Acisoma panorpoides ascalaphoides</i>	+	+	-	+
<i>Diplacodes lefebvrii</i>	+	-	-	-
<i>Anax imperator</i>	+	+	+	+
<i>Anax parthenope</i>	+	+	-	+
<i>Hemianax ephippiger</i>	-	-	+	+
<i>Crocothemis erythraea</i>	+	+	+	+
<i>Orthetrum chrysostigma</i>	+	+	-	+

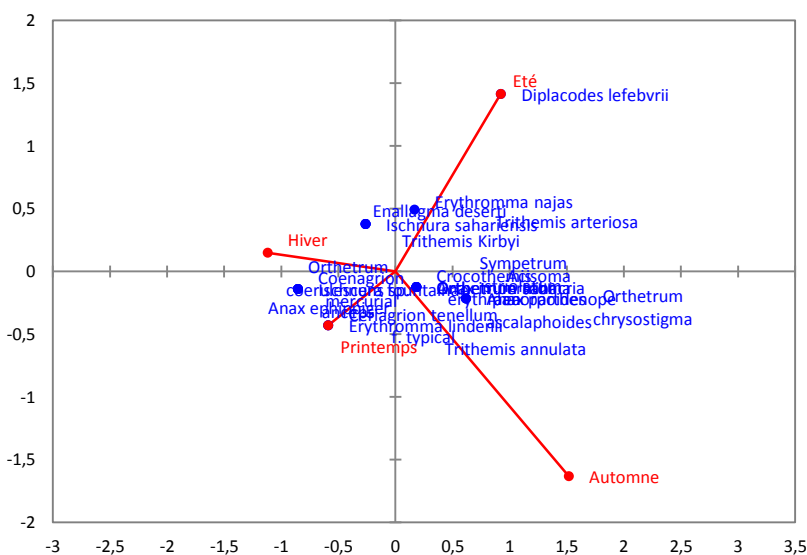
<i>Orthetrum sabina</i>	+	+	+	+
<i>Orthetrum trinacria</i>	+	+	+	+
<i>Orthetrum coerulescens</i> sp. <i>anceps</i>	-	-	+	+
<i>Sympetrum striolatum</i>	+	+	+	+
<i>Trithemis annulata</i>	+	+	+	+
<i>Trithemis Kirbyi</i>	+	-	+	+
<i>Trithemis arteriosa</i>	+	-	+	+
Total	15	9	14	20

L'indice de similarité de Jaccard appliqué aux saisons indique qu'entre l'hiver et le printemps, la valeur est de 0,7 (où 14 espèces sont communes). Il est de 0,66 entre le printemps et l'été et de 0,6 entre l'été et l'automne (tab. V).

**Tableau V.-** Similarité entre les saisons et diversité des odonates

Saison	Hiver	Eté	Automne	Printemps
<b>Printemps</b>	<b>0,7</b>	<b>0,66</b>	0,45	/
<b>Automne</b>	0,35	<b>0,6</b>	/	
<b>Eté</b>	0,52	/		
<b>Hiver</b>	/			

L'AFC n'indique aucun rapport entre la présence des espèces et les saisons thermiques ( $p > 0,05$ ). L'axe F1 apporte 54,21% de l'inertie totale (fig. 6). Uniquement *Diplacodes lefebvreii* n'est pas repérée, elle se manifeste durant la saison estivale.



**Figure 6.** – Biplot basé sur AFC illustrant l'association entre les odonates et les saisons

L'effet du milieu sur la distribution des espèces est souvent en rapport avec l'effet du temps. Ce dernier se traduit par la tendance que quelques espèces montrent, à apparaître durant une saison et de disparaître durant une autre. Entre les saisons et la diversité en espèces, il ressort une non-dépendance. Ceci peut être dû à des aspects biologiques propres aux espèces ou à des aspects liés à l'effort d'échantillonnage et la difficulté de

repérer certaines espèces notamment des Zygoptères. Dans les oasis, au sein des phytocénoses se crée un mésoclimat et la structure de l'association végétale notamment le nombre et la disposition des strates influe sur les facteurs climatiques. Ainsi, sous une palmeraie le mésoclimat sous-jacent connaît des fluctuations (température, luminosité, turbulence des vents, évapotranspiration..etc.), selon la fluidité des strates [79]. Des aspects en relation avec l'abondance des mâles de certaines espèces pour des saisons particulières (territorialité, activité reproductive), peuvent également expliquer la répartition des odonates [63].

## Conclusion

Le présent travail, outre la révélation du statut des odonates dans quelques sites du nord-est du Sahara, a permis de mettre en évidence une odonatofaune relativement diversifiée au sein des différents sites inventoriés malgré une richesse spécifique modérée. Aucune dépendance n'a été trouvée entre la richesse spécifique et les paramètres saison et altitude d'observation. Il reste nécessaire de poursuivre la prospection à la recherche d'autres espèces non signalées et de préciser leur statut de menace et leurs exigences par rapport à leurs milieux. Ce sont des variables dont il faut tenir compte pour améliorer le système actuel d'évaluation de l'évolution de leurs populations et éventuellement de leur sauvegarde.

## Références bibliographiques

- [1].- El Haissoufi M., Bennis N., El Mohdi O., et Millán A., 2010.- Analyse Préliminaire de la vulnérabilité des odonates (Odonata) du Rif occidental (nord du maroc). Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.), 46: 345–354.
- [2].- Dommanget J. L., 2000.- La conservation des couleurs et la préparation des libellules destinées à la collection de référence. Bull. Entomofaune, 22(28): 3-7.
- [3].- Riservato E., Boudot J-P., Ferreira S., Jovin M., Kalkman V.J., Schneider W., Samraoui B. and Cuttelod A., 2009.- RED list, IUCN Pub., Spain, 44p
- [4].- Moore W. N., 1997.- Status survey and conservation action plan for Dragonflies, IUCN. Gland, Switzerland, 28p.
- [5].- Chovanec A., Waringer J., 2001.- Ecological integrity of river-foodplains systems- assesment by dragonfy survey, Regulated Rivers: Research and Management, 17: 493-507.
- [6].- Chovanec A., Waringer J., Raab R. et Laister G., 2004 - Lateral connectivity of a fragmented large river system: assesment on a macroscale by dragonfy surveys (Insecta: Odonata). Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 14: 163-178.
- [7].- Chovanec A., Waringer J., Straif M., Graf W, Reckendorfer W, Waringer-löschenkohl A., Waidbacher H. et Schultz H., 2005.- The Floodplain Index –a new approach for assessing the ecological status of river/floodplain– systems according to the EU Water Framework Directive, Large Rivers, 15, (1-4), Archaeology Hydrobiology suppl. 155 / 1-4: 169-185

- [8].- Schmidt E., 1985.- Habitat inventarization, characterization and bioindication by a “representative spectrum of Odonata Species (RSO)”, *Odonatologica*, 14: 127-133.
- [9].- Castella E., 1987.- Larval Odonata distribution as a descriptor of fluvial ecosystems: the Rhône and Ain Rivers, France, *Advances in Odonatology*, 3: 23-40.
- [10].- Oertli B., Auderdet-Joye D. A., Castella E., Juge R., Lehmann A., Lachavanne J.-B., 2005.- PLOCH: a standardized method for sampling and assessing the biodiversity in ponds, in conservation and monitoring of pond biodiversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, Special 15(6): 665-680.
- [11].- Bailo Ndiaye A., 2010.- module formation des formateurs sur le suivi des odonates. Projet de démonstration du bassin du fleuve Gambie. Module odonate. *Wetlands international Afrique*, 47p.
- [12].- Aguilar J., et Dommanget J. L., 1998.- Guide des Libellules d'Europe et d'Afrique du Nord. Deuxième édition, Délachaux et Niestlé, 478p.
- [13].- FAO. 2019.- Trees, forests and land use in drylands: the first global assessment - Full report. FAO Forestry Paper No. 184. Rome. 190p. <http://faostat.fao.org>
- [14].- Khelifa R., Zebsa R., Amari H., Mellal M. K., Mahdjoub H. and Kahalerras A., 2016.- A hotspot for threatened Mediterranean odonates in the Seybouse River (Northeast Algeria): are IUCN population sizes drastically underestimated? *International Journal of Odonatology*, 19(1-2): 1-11.
- [15].- Khelifa R., Youcefi A., Kahlerr A., Alfarhan A., Al-Rasheid K. A. S. et Samraoui B., 2011.- L'odonatofaune (Insecta: Odonata) du bassin de la Seybouse en Algérie: intérêt pour la biodiversité du Maghreb. *Rev. Écol. (Terre Vie)*, 66: 55-66.).
- [16].- Samraoui B. et De Belair G., 1997.- The Guerbes-Senhadja wetlands. Part I: An overview. *Ecology*, 28(3): 233-250.
- [17].- Samraoui B. et De Belair G., 1998.- Les zones humides de la Numidie orientale: bilan des connaissances et perspectives de gestion. *Synthèse*, 4: 1-90.
- [18].- Samraoui B., Bouzid S.R., Boulahbal S. et Corbet P.S. 1998 - Postponed reproductive maturation in upland refuges maintains life-cycle continuity during the hot, dry season in algerian dragonflies (anisoptera). *International journal of odonatology*, 1: 119-135, [doi:10.1080/13887890.1998.9748100](https://doi.org/10.1080/13887890.1998.9748100).
- [19].- Samraoui B. et Corbet P.S., 2000.- The odonata of numidia, northeastern algeria part i status and distribution. *International journal of odonatology*, 3(1): 11-25, [doi:10.1080/13887890.2000.9748133](https://doi.org/10.1080/13887890.2000.9748133).
- [20].- Khelifa R., Zebsa R., Moussaoui A., Kahalerras A., Bensouilah S. et Mahdjoub H., 2013 - Niche partitioning in three sympatric congeneric species of dragonfly, *Orthetrum chrysostigma*, *O. coerulescens anceps*, and *O. nitidinerve*: The importance of microhabitat. *Journal of Insect Science*, 13(1) 71: 1-17, <https://doi.org/10.1673/031.013.7101>.



- [21].- Khelifa R., Zebza R., Amari H., Mellal M. K., Mahdjoub H. et Kahalerras A., 2016.- A hotspot for threatened Mediterranean odonates in the Seybouse River (Northeast Algeria): are IUCN population sizes drastically underestimated? *International Journal of Odonatology*, 19(1-2): 1-11.
- [22].- Zebza R., Khelifa R. and Kahalerras A., 2015 - Adult Movement Pattern and Habitat Preferences of the Maghribian Endemic *Gomphus lucasii* (Odonata: Gomphidae). *Journal of Insect Science*, 1(15): 151.
- [23].- Jödicke R, Boudot J. P., Jacquemin G., Samraoui B. et Schneider W., 2004.- Critical species of odonata in northern Africa and the Arabian Peninsula. *International journal of Odonatology*, 7 (2): 239-253. doi:[10.1080/13887890.2004.9748213](https://doi.org/10.1080/13887890.2004.9748213).
- [24].- Samraoui B. et Menai R., 1999.- A contribution to the study of algerian odonata. *International journal of odonatology*, 2(2): 145-165. doi:[10.1080/13887890.1999.9748126](https://doi.org/10.1080/13887890.1999.9748126).
- [25].- Samraoui B., 2009.- Seasonal ecology algerian of *Lestedeia* (Odonata). *Int. J. Odonatol.*, 12 (2): 383-394, doi: [10.1080/13887890.2009.9748352](https://doi.org/10.1080/13887890.2009.9748352).
- [26].- Nantet B., 2013.- *Le Sahara, histoire, guerres et conquêtes*. Ed. Tallandier, Paris, 385p.
- [27].- Boudot J. P. et DeKnijf G., 2012.- Nouvelles données sur les Odonates du Maroc oriental et méridional (Odonata). *Martinia*, 28(1): 1-28.
- [28].- Fabre J., 1976.- *Introduction à la Géologie du Sahara algérien*. Ed. SNED, Alger, 422p.
- [29].- Le Houerou H.N., 1995.- *Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique*. Diversité biologique, développement durable et désertisation. Options Méditerranéennes. Montpellier, Ciheam, série B, études et recherches, (10): 1-396.
- [30].- Ozenda P., 1991.- *Flore du Sahara*. 3<sup>ème</sup> Ed. CNRS, Paris, 662p.
- [31].- Perret R., 1954.- *Le Sahara français d'après R. Capot-Rey*. *L'information géographique*, 18(1): 13-15.
- [32].- Kouzmine Y., 2003.- *L'espace saharien algérien. Dynamique démographique et migratoire*. Maitrise de Géographie, Univ. Franche-Comté, France, 202p.
- [33].- Chaba M., 2002.- An old city turned into a metropolis: Ouargla (Note). *Méditerranée*. tome 99, 3-4: 103-106.
- [34].- Rouvillois-Brigol N., 1975.- *Le pays de Ouargla (Sahara Algérien)*. Variation et organisation d'un espace rural en milieu désertique. Ed. Publications Univ. France, Paris, 316p.
- [35].- Hamdi-Aissa B. et Girard M. C., 2000.- Utilisation de la télédétection en régions sahariennes pour l'analyse et l'exploitation spatiale des pédopaysages. *Sècheresse*, 3:

179-188.

- [36].- Mesbah A., Bouzid A., Ouldjaoui A., Baaziz N. et Samraoui B., 2001.- Safioune: Un nouveau site de reproduction du flamant rose *Phoenicopterus roseus* au Sahara algérien. *Alauda*, 79(4): 321-324.
- [37].- Dubost F., 1991.- La problématique du paysage, état des lieux. *Etudes rurales* n° 2: pp. 121-124.
- [38].- Dubost D., 1991.- Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes. Thèse Doctorat, Univ. Tours, 545p.
- [39].- Dubost D., 2002.- Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes. Ed. CTSTRA, 423p.
- [40].- Lode J., 2012.- Le désert, sources des vies. Ed. Quae, Paris, 193p.
- [41].- Sacchi C. F. et Testard P., 1971.- Ecologie animale, organismes et milieu. Ed. Doin, Paris, 480p.
- [42].- Corbet P.S., 2004.- Dragonflies. Behaviour and ecology of odonata, revised edition, Brill, 830p.
- [43].- Dijkstra K.-D.B. et Lewington R., 2007.- Guide des libellules de France et d'Europe. Coll. Les guides du naturaliste, Ed. Délachaux et Niestlé, 320p.
- [44].- Ozenda P., 1982.- Les végétaux dans la biosphère. Ed. Doin, Paris. 431p.
- [45].- Mordji D., 1988.- Etude faunistique dans la réserve naturelle du Mont Babor. Mém. Ing. Agro., Inst. Nati. Agro., El Harrach, 100p.
- [46].- Gounot M., 1969.- Méthodes d'étude quantitatives de la végétation. Ed. Masson et Cie, Paris, 314p.
- [47].- Duranton J.F, Duranton J. F., Launois M., Launois-Luong M. H. et Lecoq M., 1982.- Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche. De la théorie à la pratique. Ministère des Relations Extérieures, Coopération et développement / Gerdac: Paris. Vol. 1 et 2: 1496p.
- [48].- Ramade F., 1984.- Eléments d'écologie, Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw-hill, Paris, 397p.
- [49].- Blondel J., 1979.- Biogéographie et écologie. Ed. Masson, Paris, 173p.
- [50].- Müller Y., 1985.- L'avifaune forestière nicheuse des Vosges du Nord, sa place dans le contexte médio-européen. Thèse Doctorat sci., Univ. Dijon, 318p.
- [51].- Dajoz R., 1971.- Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 434p.
- [52].- Dajoz R., 1982.- Précis d'écologie. Ed. Gauthier-villars, Paris, 549p.
- [53].- Daget P., 1976.- Les modèles mathématiques en écologie. Ed. Masson, Paris, 172 p.

- [54].- Frontier S., 1982.- Stratégies d'échantillonnage en écologie. Ed. Masson, Paris, 'Coll. d'écologie', n° 17, 494p.
- [55].- Whittaker, 1960.- Vegetation of the Siskiyou mountains, Oregon and California. Ecological monographs. 30(8): 279-332.
- [56].- Legendre L. et Legendre P., 1979.- Ecologie numérique, le traitement multiple des données écologiques. Ed. Masson, Paris, 197p.
- [57].- Jost L., 2007.- Partitioning diversity into independent alpha and beta components. Ecology. 88 (10): 2427-39.
- [58].- Dagnelie P., 1975.- Analyse statistique à plusieurs variables. Ed. Presses. agro., Gembloux, 306p.
- [59].- Dervin C., 1992. – Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances ?. Ed. Institut technique central d'écologie, Paris, 72p.
- [60].- Lambret P. et Boudot J.P., 2013 - *Hemianax ephippiger* (Burmeister, 1839) (Odonata, Anisoptera: Aeschnidae): présentation générale. *Martinia*, hors-série: 13-28.
- [61].- Van Huyssteen P. et Samways M.J., 2009.- Overwintering dragonflies in an African Savanna (Anisoptera: Gomphidae, Libellulidae). *Odonatologica*, 38(2): 167-172.
- [62].- Schorr, M. & Paulson, D., 2019 - World Odonata List. Available from: [http://www.pugetsound.edu/academics/academicresources/slater-museum/biodiversity\\_resources/dragonflies/world-odonata-list2/](http://www.pugetsound.edu/academics/academicresources/slater-museum/biodiversity_resources/dragonflies/world-odonata-list2/) (accessed 11 February 2019).
- [63].- Silva-Hurtado J.D., Márquez J., Escoto-Moreno J.A., Martínez-Falcón A.P., 2020.- Odonate Fauna (Insecta: Odonata) from a locality in San Marcos River in the Sierra Norte of Puebla, Mexico. *International Journal of Odonatology*, 23(4): 327-336. [doi.org/10.1080/13887890.2020.1787871](https://doi.org/10.1080/13887890.2020.1787871).
- [64].- Devictor V., Julliard R. et Jiguet F., 2008.- Distribution of generalist and specialist species along spatial gradients of habitat disturbance and fragmentation. *Oikos*, 117(4): 507-514.
- [65].- Haritonov A. et Popov O., 2011.- Spatial displacement of Odonata in south-west Siberia. *International journal of Odonatology*, 14(1): 1-10.
- [66].- May M.L., 2013 – A critical overview of progress in studies of migration of dragonflies (Odonata: Anisoptera), with emphasis on North America. *Journal of Insect Conservation*. 17(1): 1-15.
- [67].- Jacquemin G. et Boudot J.P., 1999.- Les libellules (odonates) du Maroc. Société Française d'odonatologie, Besançon, France, 150p.

- [68].- Vannote R.L., Minshall G.W., Cummins K.W., Sedell J.R. et Cushing C.E., 1980 - The River Continuum Concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 130–137.
- [69].- Thomas S. et Dietmar I., 2016 – Dragonflies of Oman. *Entomologische Zeitschrift*. 126(3): 137-147.
- [70].- Rouquette J.R. et Thompson D.J., 2007 – Patterns of movement and dispersal in an endangered damselfly and the consequences for its management. *Journal of Applied Ecology*, 44(3): 692-701.
- [71].- Samraoui B.; Benyacoub S.; Mecibah S.; Dumont H.J., 1993 – Afrotropical libellulids (Insecta: Odonata) in the lake district of El Kala, North-East Algeria, With a rediscovery of *Urothemis e. edwardsi* (Selys) & *Acisoma panorpoides ascalaphoides* (Rambur). *Odonatologica*, 22: 365-372.
- [72].- Samraoui B., Boudot J.P, Ferreira S., Riservato E., Jovic M., Kalkman V.G et Schneider W., 2010 - The status and distribution of dragonflies. The status and distribution of freshwater biodiversity in Northern Africa, IUCN, Gland, Switzerland, Cambridge, UK, and Malaga, Spain, 13: 51-70.
- [73].- Lafontaine R.M., Delsinne T. et Devillers P., 2013 - Évolution des populations de libellules de la région de Bruxelles-capitale - Leurs récentes augmentations - importance de la gestion des étangs. *Les Naturalistes belges*, 94 (2-3-4): 33-70.
- [74].- Dell'Anna, L., Utzeri, C., De Matthaeis, E., Cobolli, M. 1996.- Biological differentiation and reproductive isolation of syntopic central italian populations of *Chalcolestes viridis* (Vander L.) and *C. parvidens* (Artobol.) (Zygoptera: Lestidae). *Notulae Odonatologicae*. 4, 135-136.
- [75].- Vanappelghem, C., Houard, X., Jolivet, S. et Lambret, P., 2013.- Observations de *Chalcolestes parvidens* en Corse (Odonata: Lestidae). *Martinia*. 29(2): 139.
- [76].- Parr A.J., 2009.- The Willow Emerald Damselfly *Lestes viridis* (Vander Linden) in East Anglia. *Atropos*, 38, 32-35.
- [77].- Lambret P. et Deschamps C., 2013.- Bilan de la migration d'*Hemianax ephippiger* (Burmeister, 1839) en France en 2011 (Odonata, Anisoptera: Aeschnidae). *Martinia*, hors-série: 29-46.
- [78].- Dommagnet, J.L., 2009.- Etude complémentaire des Odonates de Corse 2008-2009. Bilan et synthèse globale. DREAL de Corse, Société française d'Odonatologie. 60 p.
- [79].- Toutain G., 1979.- Eléments d'agronomie saharienne (de la recherche au développement). *Ann. agro. saha.*, INRA, Paris, 276p.