

UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Biologiques



Mémoire de Master Académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Ecologie et Environnement

Thème

**Diversité du peuplement des Odonates dans les zones humides
de deux régions sahariennes (Ouargla et Djamâa).**

Présenté par : Larouci Roufida
Zerrouki Samiha

Soutenu publiquement le :
28/06/2021

Devant le jury :

Bradai Lyès	Professeur	Président	U.K.M.Ouargla
Korichi Raouf	MCB	Promoteur	U.K.M.Ouargla
Almi Afifa	Inspectrice	Co-Promotrice	U.K.M.Ouargla
Aloui Nabiha	MCB	Examinatrice	U.K.M.Ouargla

Année universitaire: 2020/2021

Remerciements

Nous remercions tout d'abord le bon dieu le tout puissant de nous avoir donnés le courage, la santé, la volonté et la patience pour terminer ce travail.

En premier lieu, nous tenons à exprimer nos sincères remerciement à notre encadreur Mr. KORICHI R. Maître de conférences à l'université Kasdi Merbah, Ouargla pour avoir accepté d'être notre encadreur , pour ses précieux conseils, sa grande patience, ses orientations et ses encouragements.

Nous tiennons à remercier tout particulièrement et vivement notre Co-encadreur Mme. Almi A. Docteur et Inspectrice phytosanitaire à la DSA, Ouargla pour avoir accepté de codiriger ce travail.

Nous vifs remerciements vont également aux membres du jury Nous tenons à remercier Professeur L. Bradai pour l'honneur qu'il nous offre en acceptant la présidence de ce jury. Nous rendons hommage également à Mme. N. Aloui maître de conférences à l'université d'Ouargla.

Nos sincères remerciements au personnel de laboratoires, pour leur précieux aidés.

Il m'est agréable d'exprimer nos profondes gratitude et mes plus vifs remerciements envers

Toute personne qui de loin ou de près a contribué à la réalisation de ce travail.

Larouci Roufida et Zerrouki Samiha.

The background of the page is decorated with several large, soft-focus pink flowers, likely peonies, scattered across the top, bottom, and sides. A white rectangular border frames the central text area.

Dédicaces

Je dédie ce travail à ma famille : mon chère père pour son soutien et son aide dans la réalisation de mon travail et de mes études.

A ma chère mère qui me soutient et m'encourage à aller de l'avant afin d'atteindre mes objectifs.

A mes sœurs et frères. Surtout a mes petits frères Abd El Bassette Abd El Chakour.

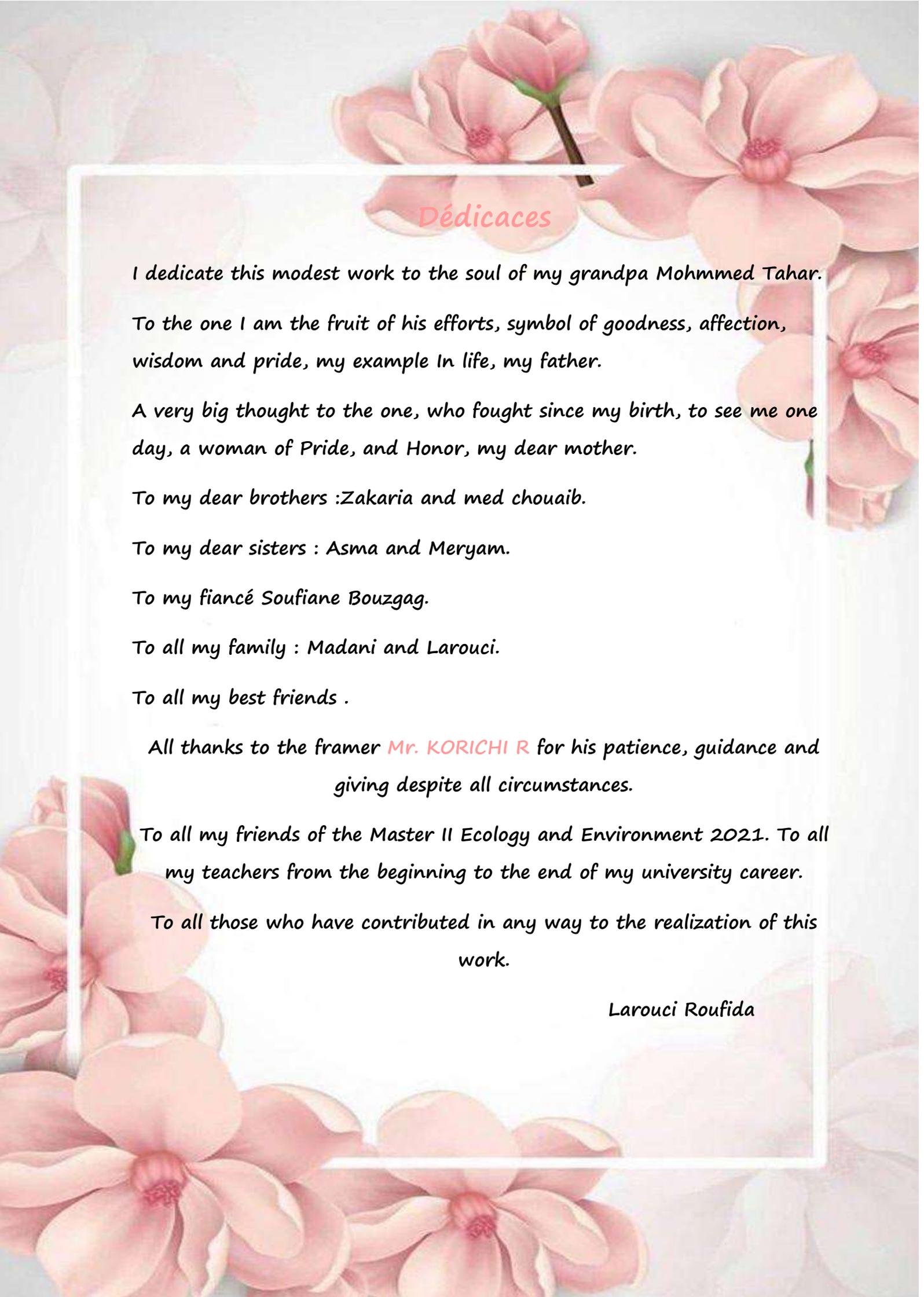
Sans oublier mes oncles et tantes, notamment mon oncle Bachir, qui m'a soutenu.

Je remercie Mme Nadjla Adamou pour son aide dans la réalisation de mon travail.

Un grand merci . professeur Korichi Raouf pour son soutien, sa patience, ses conseils ses orientations pour mener à bien mon travail et l'accompagnant malgré toutes les circonstances.

Je remercie également tous mes amis du Master II Ecologie et Environnement 2021. A tous mes professeurs du début à la fin de ma carrière académique. A tous ceux qui m'aiment et que j'aime.

Samiha Zerrouki.

The background of the page is decorated with several large, soft-focus pink flowers, likely peonies, scattered across the top, bottom, and sides. A white rectangular border frames the central text area.

Dédicaces

I dedicate this modest work to the soul of my grandpa Mohmmmed Tahar.

To the one I am the fruit of his efforts, symbol of goodness, affection, wisdom and pride, my example In life, my father.

A very big thought to the one, who fought since my birth, to see me one day, a woman of Pride, and Honor, my dear mother.

To my dear brothers :Zakaria and med chouaib.

To my dear sisters : Asma and Meryam.

To my fiancé Soufiane Bouzgag.

To all my family : Madani and Larouci.

To all my best friends .

*All thanks to the framer **Mr. KORICHI R** for his patience, guidance and giving despite all circumstances.*

To all my friends of the Master II Ecology and Environment 2021. To all my teachers from the beginning to the end of my university career.

To all those who have contributed in any way to the realization of this work.

Larouci Roufida

Liste des tableaux

N° Tableau	Titre	Pages
1	Données climatiques de la région d'Ouargla (2009-2018).	19
2	Données climatiques de la région d' Djamâa (2009-2018).	20
3	Milieus humides et localisations dans les deux régions d'étude.	25
4	Matériel utilisés sur le terrain et au laboratoire.	28
5	Taux de recouvrement (TR%) des espèces dans le site Sebkhath Safioune	40
6	Taux de recouvrement (TR%) des espèces dans le site Sebkhah II	41
7	Taux de recouvrement (TR%) des espèces dans le site lac Ayata.	42
8	Taux de recouvrement (TR%) des espèces de la palmeraie Tiguédidine	43
9	Analyse physique des eaux de trois stations.	44
10	Inventaire d'Odonates dans la région d'Ouargla de février à mai 2021.	46
11	Inventaire d'Odonates dans la région de Djamâa de février à mai 2021	47
12	Inventaire des odonates dans différentes stations d'étude dans les deux régions Djamâa et Ouargla.	48
13	Abondances relatives dans des quatre stations d'étude (Ouargla et Djamaa) des mois (Février à Mai en 2021).	53
14	Fréquence d'occurrence des espèces et leurs catégories dans les quatre sites de février à mai 2021.	55
15	Sex-ratio chez les espèces d'odonates dans la région d'étude de février à mai 2021.	57
16	Valeurs de l'indice de similarité dans les 4 stations d'études.	58
17	Espèces (stade larvaire) inventoriées dans les deux régions d'étude.	60
18	Richesse totale et abondance relatives en exuvies d'odonates dans le drain de Tiguédidine.	61
19	Distribution des espèces inventoriées entre larve, exuvie et adulte dans la région d'étude durant la période de février à mai 2021.	63
20	Répartition temporelle des odonates (février à mai 2021).	64
21	Mensurations chez quelques odonates adultes issus des deux sites d'étude.	66

Liste des figures

Figure	Titre	Pages
1	La classification actuelle des familles des odonates .	6
2	Morphologie générale des 2 principaux groupes taxonomiques de libellules	7
3	Cycle biologique d'odonate	9
4	Localisation de la région d'Ouargla	12
5	Situation géographique de la région de Djamâa	13
6	Diagramme Ombrothermique de Gaussen et Bagnouls appliqué à la région d'Ouargla (période 2009-2018).	23
7	Diagramme Ombrothermique de Gaussen et Bagnouls appliqué à la région de Djamâa (période 2009-2018).	23
8	Etage bioclimatique de Djamâa et d'Ouargla dans le climagramme d'Emberger.	24
9	Aperçu sur Sebkhât Safioune.	30
10	Aperçu sur le site Sebkhâ II	31
11	Aperçu sur le lac Ayata	31
12	Aperçu sur le drain de la palmeraie Tiguédidine	32
13	Morphométrie des adultes	34
14	Morphométrie des larves	34
15	Transect végétal de Sebkhât Safioune	40
16	Transect végétal du Sebkhâ II	41
17	Transect végétal de lac Ayata	42
18	Transect végétal de la palmeraie Tiguédidine	43
19	Paramètres physiques des eaux des trois sites (Sebkhâ II, Drain de Tiguédidine, Lac Ayata)	44
20	Quelques espèces d'odonates adultes inventoriées dans deux régions Djamâa et Ouargla	50
21	Taux des familles des odonates dans les deux régions d'étude Ouargla et Djamâa.	51
22	Effectif, richesse totale et richesse moyenne des peuplements des odonates des sites d'étude (Ouargla et Djamaa).	52
23	Valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver, de la diversité maximale et de l'équitabilité dans les quatre sites de février à mai 2021.	56
24	Quelques laves capturées dans les deux régions d'étude	59
25	Quelques exuvies collectées dans le drain de Tiguédidine.	61
26	Phénomène d'émergence chez <i>C. erythraea</i> au drain Tiguédidine (avril 2021)	62

Table des matières

Introduction	2
Chapitre I - Aperçu bibliographique sur les odonates	
I.1. Intérêt des odonates	5
I.2. Présentation générale	5
I.2.1. Systématique	5
I.2.2. Biologie	6
I.2.3. Morphologie	7
I.2.3.1. Œuf	7
I.2.3.2. Larve	8
I.2.3.3. Emergence	8
I.2.3.4. Adulte	8
I.2.3.5. Accouplement	9
I.2.3.6. Ponte	9
I.3. Ecologie des odonates	10
Chapitre II – Présentation du milieu d'étude	
II.1. Localisation géographique	12
II.1.1. Région d'Ouargla	12
II.1.2. Région de Djamâa	13
II.2. Aspects géomorphologiques	13
II.2.1. Région d'Ouargla	13
II.2.2. Région de Djamâa	14
II.3. Caractéristiques pédologiques	15
II.3.1. Région d'Ouargla	15
II.3.2. Région de Djamâa	15
II.4. Caractéristiques hydrogéologiques	15
II.4.1. Région d'Ouargla	15
II.4.2. Région de Djamâa	16
II.5. Données bibliographiques sur la faune	16
II.5.1. Région d'Ouargla	16
II.5.2. Région de Djamâa	17
II.6. Données bibliographiques sur la flore	17
II.6.1. Région d'Ouargla	17
II.6.2. Région de Djamâa	18
II.7. Données climatiques	18
II.7.1. Température	20
II.7.2. Précipitation	20
II.7.3. Vent	21
II.7.4. Evaporation	21
II.7.5. Humidité relative de l'air	21
II.7.6. Insolation	22
II.8. Synthèse bioclimatique	22
II.8.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson	22
II.8.2. Climagramme d'Emberger	24
II.9. Zones humides	25
Chapitre III - Matériel et méthodes	
III.1. Matériel	27
III.2. Méthode de travail	28
III.2.1. Choix des sites	28

III.2.2. Réalisation de transect végétal	28
III.3. Description des sites d'étude	29
III.3.1. Sebkhath Safioune	29
III.3.2. Sebkhath II	30
III.3.3. Lac Ayata	31
III.3.4. Drain de la palmeraie Tiguedidine	31
III.4. Déroulement de l'échantillonnage	32
III.4.1. Capture des odonates	32
III.4.1.1. Capture des adultes	32
III.4.1.2. Collecte des exuvies	33
III.4.1.3. Capture des larves	33
III.4.2. Sex-ratio	33
III.5. Morphométrie	34
III.6. Analyse de l'eau	35
III.7. Exploitation des résultats	35
III.7.1. Indices écologiques de composition	35
III.7.1.1. Richesse spécifique	35
III.7.1.2. Abondance relative	36
III.7.1.3. Fréquence d'occurrence	36
III.7.2. Indices écologiques de structure	37
III.7.2.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver	37
III.7.2.2. Indice d'équipartition	38
III.7.3. Indice de similarité	38
Chapitre IV - Résultats et discussions	
IV.1. Analyse du couvert végétal par les transects végétaux	40
IV.1.1. Transect végétal du Sebkhath safioune	40
IV.1.2. Transect végétal du Sebkhath II	41
IV.1.3. Transect végétal du lac Ayata	42
IV.1.3. Transect végétal de la palmeraie Tiguedidine	43
IV.1. Analyse de l'eau	44
IV.3. Analyse du peuplement d'odonates	45
IV.3.1. Inventaire spécifique	47
IV.3.1.1. Inventaire spécifique des odonates dans les sites	50
IV.3.1.2. -Taux des familles des odonates	51
IV.3.1.3 - Richesse spécifique	52
IV.3.1.4. Abondance relative	53
IV.3.1.5. - Fréquence d'occurrence	55
IV.3.4. - Indices de diversité de Shannon-Weaver et équitabilité	56
IV.3.1.6. Sex-ratio	57
IV.3.1.7. Indice de similarité	58
IV.3.2. - Inventaire des larves d'odonates	60
IV.3.3. Inventaire des exuvies	62
IV.3.4. Variétés des formes d'odonates.	63
IV.3.5. Distribution temporelle globale	64
IV.3.6. Morphométrie	66
Conclusion	69
Références bibliographiques	79

Introduction

Introduction

Les insectes forment plus de deux tiers de toutes les espèces animales vivants sur la terre (Breure-Scheffer, 1989). L'étude de l'évolution et de la composition des peuplements animaux, notamment des Odonates, peut nous renseigner sur les dynamiques de leurs milieux de vie. Au delà de leur valeur esthétique, qui a été le centre d'intérêt de beaucoup de collectionneurs et de chercheurs (Corbet, 1999), la faune mondiale d'Odonates est estimée au environ de 5500 espèces (Guy-pilon, 2011). Les odonates forment un ordre très ancien d'insecte; des libellules fossiles datant du Carbonifère sont connues (Jourde, 2010). Étymologiquement, le terme odonates provient du grec « odon » qui signifie « dent ». Cette dénomination fait référence à leurs puissantes mandibules dentées. Les odonates constituent un ordre d'insectes hémimétaboles, au cycle de vie intimement lié aux milieux aquatiques (eaux stagnantes ou courantes). Ces insectes prédateurs liés aux zones humides peuvent en effet être considérés comme de bons indicateurs de la dégradation des écosystèmes (Moore, 1997; Chovannec *et al.*, 2001, 2004 et 2005, Schmidt, 1985; Castella, 1987; Oertli *et al.*, 2005; Indermuhele *et al.*, 2008). Selon Craig *et al.*, (2008), les odonates constituent un groupe taxonomique privilégié pour l'étude et la conservation des milieux aquatiques; ils constituent ainsi d'excellents indicateurs biologiques pour la conservation des zones humides. En effet, les odonates constituent un groupe « intégrateur » qui réagit aux nombreux paramètres de son milieu. La larve se développe dans l'eau et met selon les espèces plusieurs mois voir quelques années pour devenir un adulte volant qui ne vivra généralement que quelques semaines. Larves comme adultes sont exclusivement prédateurs (Merlet et Itrac, 2016).

Selon Boudot (2010), la faune odonatologique de l'Afrique du nord est relativement bien connue en ce qui concerne le Maghreb (Maroc, Algérie et Tunisie). On dénombre en Afrique du nord, 92 espèces (63 en Maroc, 64 espèces en Algérie et 55 espèces en Tunisie).

Durant les dernières décennies, de multiples investigations ont été entreprises pour décrire l'odonatofaune algérienne (Selys-Longchamps, 1849, 1865, 1866, 1871, 1902; Kolbe , 1885; Mc Lachlan , 1897; Martin , 1901; 1910; Morton, 1905; Le Roi, 1915; Kimmins, 1934; Reymond, 1952; Nielezen, 1956; Dumont, 1978, 2007).

La pollution de l'eau constitue également une menace d'envergure pour la majorité des espèces d'odonates (Riservato *et al.*, 2009). Chez les odonates, le développement larvaire en milieu aquatique est sensible aux pollutions et aux pratiques agricoles, ce qui renforce leur

statut de bons indicateurs biologiques (Clark et Samways, 1996 ; Schmidt, 1985 ; Lee Foote & Rice Hornung, 2005).

Les zones humides profitent à tout un cortège d'animaux. Parmi eux les odonates sont présents dans les lacs, Oueds, Gueltas ou encore drains. Cependant, ces habitats sont encore peu prospectés dans la partie nord du Sahara algérien. En outre, le Bas-Sahara qui inclut Oued Righ et Ouargla regorge de zones humides entre lacs, sebkhas, chotts ou canaux collecteurs et drains. Paradoxalement, ces mêmes zones connaissent une pression anthropique croissante avec tous les effets indésirables en cascades. La connaissance du peuplement d'odonates représente une priorité et un atout pour tout gestionnaire de l'environnement; l'identification des espèces autochtones, migratrices et des sites de reproduction et de ponte ainsi que d'émergence facilitera la tâche pour les conservateurs de la biodiversité et aidera tous décideurs à mieux raisonner un projet dans le cadre d'un développement durable.

Cette étude a pour objectif principal donc de déterminer la diversité en odonates des milieux humides répondus à Ouargla et à Djamâa. Des objectifs secondaires sont également recherchés soit la recherche des sites de reproduction et de ponte, le statut des espèces et le degré de similitude entre les sites.

Chapitre I
Aperçu
bibliographique sur
les odonates

Chapitre I - Aperçu bibliographique sur les Odonates

Dans cette partie, nous présentons le groupe des odonates, leur biologie, morphologie, leur cycle de vie, relation avec les zones humides et importance, en plus de l'écologie des odonates.

I.1. Intérêt des odonates

Apparus il y a 300 millions d'années, les Odonates sont aujourd'hui menacés dans beaucoup de zones humides à travers le monde. Indépendamment des rôles non négligeables qu'ils jouent dans le fonctionnement des zones humides, ils méritent d'être protégés en tant que patrimoine, local, régional, national ou mondial. Sans protection, beaucoup d'espèces disparaîtront rapidement dans beaucoup de zones du fait de l'impact anthropique (Ndiaye, 2010). La disparition progressive des libellules sur un site traduit la dégradation du milieu dans lequel elles se développent. Elles constituent donc d'excellents indicateurs biologiques pour la conservation des zones humides, milieu dans lequel elles se développent (Ternois, 2003).

I.2. Présentation générale

Par rapport à d'autres groupes faunistiques, les odonates forment un ensemble assez homogène quant à leur morphologie, leur cycle de développement et leur écologie générale. Le caractère le plus étonnant est l'appartenance de toutes les espèces à deux mondes radicalement différents : le milieu aquatique où se développent les larves ou le milieu aérien où virevoltent des adultes (Ternois, 2003).

I.2.1 Systématique

L'ordre des odonates comprend près de 5500 espèces réparties dans tous les continents, excepté l'antarctique. La diversité la plus grande a été enregistrée dans les tropiques (Corbet, 1999). L'ordre des Odonates inclut les libellules et les demoiselles. Elle représente l'un des groupes les plus renommés (Bybee, 2005). Les odonates sont classés par les systématiciens en 2 grands sous-ordres : les Zygoptera ou « demoiselles » et les Epiproctophora composés de l'infra-ordre des Anisoptera ou « vraies libellules » et des Anisozygoptera, représentés uniquement par quelques espèces tropicales (Bechly, 1996 ; Kalkman *et al.*, 2008 ; Dijkstra *et al.*, 2013). En Europe, les Odonates sont représentés par deux sous-ordres (fig.1) : les Zygoptères et les Anisoptères (Le Dû et Lesparre, 2014).

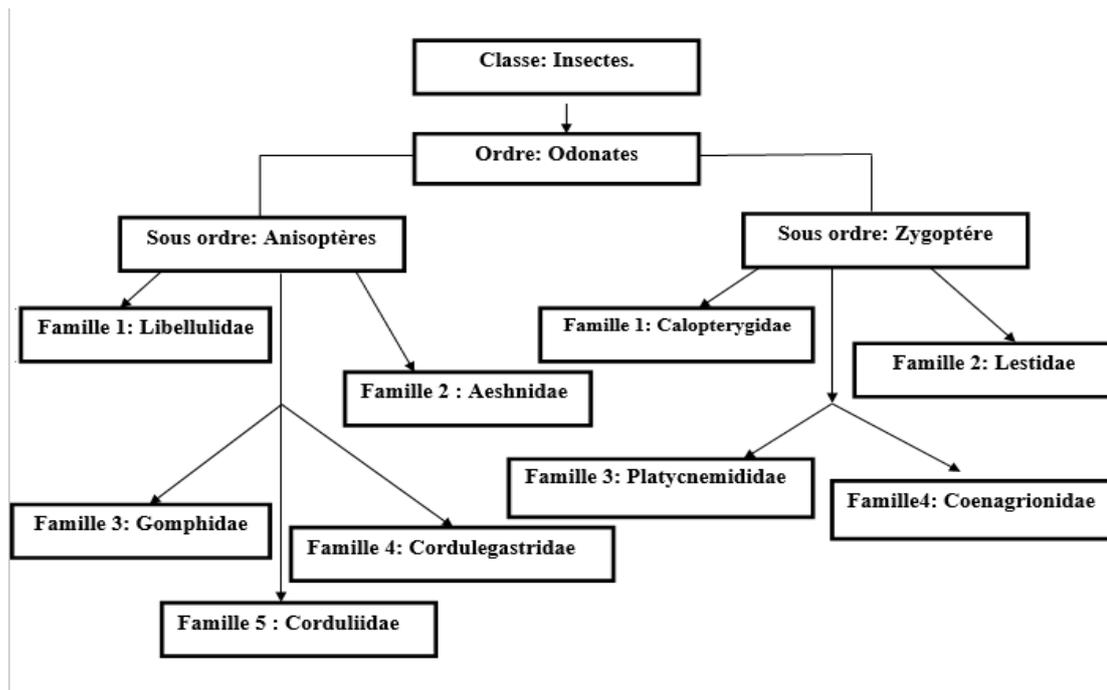


Figure 1. La classification actuelle des familles des odonates (Aguilar *et al.*, 1998)

I.2.2. Biologie

Les plus anciens Odonates connus datent du milieu du Permien il y a 270 millions d'années et ressemblaient assez à ceux que nous connaissons aujourd'hui. Mais dès le milieu du Carbonifère, des insectes ressemblant à de grandes libellules, les méganisoptères étaient apparus. Atteignant jusqu'à 71 cm d'envergure, ils sont les plus grands insectes volants connus (Boudot *et al.*, 2017). Les libellules fréquentent des milieux naturels (Lamouille, 2020). Les Odonates, communément appelées libellules, sont des insectes aquatiques à l'état larvaire et terrestres à l'état adulte (Deliry, 2019). Les Odonates peuvent atteindre une vitesse de vol de 34,1 km/h (Woodall, 1995). Grâce à leurs ailes indépendantes, ils sont capables de voler à reculons, d'effectuer un atterrissage précis, un vol stationnaire et un vol ascensionnel, ce qui n'est pas le cas de la majorité des autres insectes. Les larves possèdent un organe spécifique à l'ordre : un masque spécialisé dans la capture des proies, qu'elles projettent pour attraper celles-ci. Elles se nourrissent d'animaux vivants en mouvement (infusoires, daphnies, larves d'insectes aquatiques, vers et éventuellement têtards et alevins). La majorité des larves passent l'hiver au repos, dans la vase ou sous les débris végétaux, ou encore au sein de la végétation. Certaines espèces peuvent même survivre à l'assèchement de leur habitat. (Lamouille, 2020).

I.2.3.Morphologie

Selon Jourde, (2005), les odonates sont pourvus de trois paires de pattes et de quatre ailes indépendantes. Les odonates adultes sont des insectes de taille intermédiaire à grande (Khelifa, 2017). Le sous-ordre des Zygoptera est caractérisé par des espèces fines et grêles dont l'abdomen allongé est fin et presque cylindrique. Leurs ailes antérieures et postérieures sont de formes identiques et souvent nettement pédonculées à leur base. A la différence des Anisoptera, leurs yeux sont toujours largement séparés (Cyril, 2015). Le sous-ordre des Anisoptera est représenté par des espèces souvent plus grandes que les Zygoptera et dont l'aspect général est plus trapu. Leurs ailes antérieures et postérieures sont toujours dissemblables : les ailes postérieures sont beaucoup plus larges à la base que les antérieures (fig.2). Les Anisoptera possèdent également des yeux globuleux toujours en contact ou très proches. Leur abdomen trapu est parfois aplati dorso-ventralement, élargi et fusiforme (Cyril, 2015).

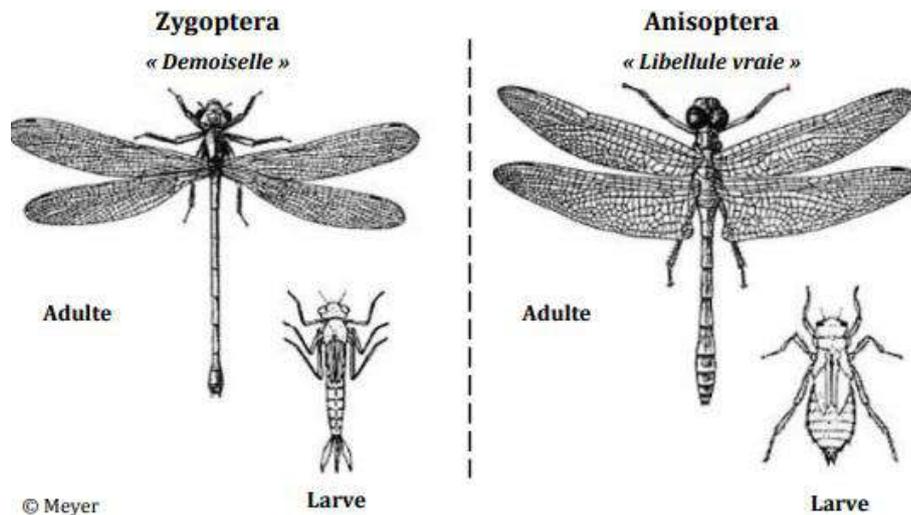


Figure 2 -Morphologie générale des 2 principaux groupes taxonomiques de libellules

(Meyer, 2009 : <http://www.kenwildman.com/insects.htm>).

Le cycle de vie des odonates est divisé en six étapes : œuf, larve, émergence, adulte, accouplement, ponte (fig.3)

I.2.3.1. Œuf

Les œufs peuvent être pondus directement dans l'eau, dans ou sur des tissus vivants ou morts des végétaux aquatiques ou riverains. Après la ponte, l'embryon se développe jusqu'à l'éclosion qui donne naissance à une première larve, appelée prolarve (Grand et Boudot, 2006). Les Zygoptères peuvent nager en agitant leur abdomen. Les larves d'anisoptères

chassent violemment et de façon répétée l'eau contenue dans leur ampoule rectale elles se propulsent par réaction (Jourde, 2010).

I.2.3.2. Larve

Chez les espèces à diapause hivernale, l'éclosion se fait de façon relativement synchrone à la fin de l'hiver (Jourde, 2010). La phase larvaire est la période la plus longue du cycle de vie des libellules. Elle peut durer quelques semaines à plusieurs années selon les espèces et les ressources disponibles. Les larves grandissent régulièrement par mues successive (Grand et Boudot, 2006). A la fin de leur développement, après une courte période de transition où elles ne s'alimentent plus, les larves passent au stade imago après mue imaginale (Jourde, 2005).

I.2.3.3. Emergence

L'émergence est la phase de développement qui consiste pour la libellule, à passer du milieu aquatique au milieu terrestre. Pour l'insecte, il s'agit notamment de passer d'une respiration aquatique à une respiration aérienne, de maîtriser le vol, d'adopter un comportement social devant favoriser la reproduction de l'espèce (Jourde, 2010). Solidement agrippée, l'enveloppe de la larve commence par se fendre au niveau du thorax. L'animal sort alors la tête puis les pattes pour pouvoir saisir l'enveloppe larvaire (exuvie). Recroquevillée dans l'enveloppe larvaire, la libellule mettra plusieurs minutes avant d'atteindre son aspect définitif. Lorsque les ailes seront durcies, l'imago pourra alors s'envoler (Ternois, 2003). Cette métamorphose qui transformera la larve en imago implique de multiples transformations physiologiques et morphologiques (Jourde, 2010).

I.2.3.4. Adulte

Cette phase terrestre et aérienne est généralement assez courte chez les libellules. Elle peut durer quelques semaines à plusieurs mois selon les taxons et les conditions environnementales. Les adultes récemment métamorphosés vont préalablement subir une période de maturation avant d'être en mesure d'assurer la reproduction et la dissémination de l'espèce. Cette phase de maturation va en général pousser les individus à s'éloigner, parfois très loin de leur habitat larvaire avant de retourner à proximité de milieux aquatiques plus favorables à la reproduction (Grand et Boudot, 2006).

I.2.3.5. Accouplement

L'accouplement chez les Odonates est une particularité dans le monde des insectes. Le mâle saisit la femelle derrière la tête grâce aux crochets situés à l'extrémité de son abdomen. Chez la plupart des espèces, lors de l'accouplement, le mâle et la femelle sont posés. L'accouplement rapide au vol, qui dure quelques minutes, est observé chez certaines Libellulidae (Ndiaye, 2010).

I.2.3.6. Ponte

La ponte intervient généralement rapidement après l'accouplement, souvent immédiatement. Les odonates utilisent plusieurs techniques pour déposer leurs œufs. De nombreuses espèces les insèrent dans des végétaux morts ou vivants (Jourde, 2010). Certaines femelles insèrent leurs œufs dans les végétaux, d'autres les laissent tomber à la surface de l'eau ou sur des surfaces exondées. La ponte peut dans certains cas être réalisée en tandem ou sous la surveillance du mâle (Ternois, 2003).

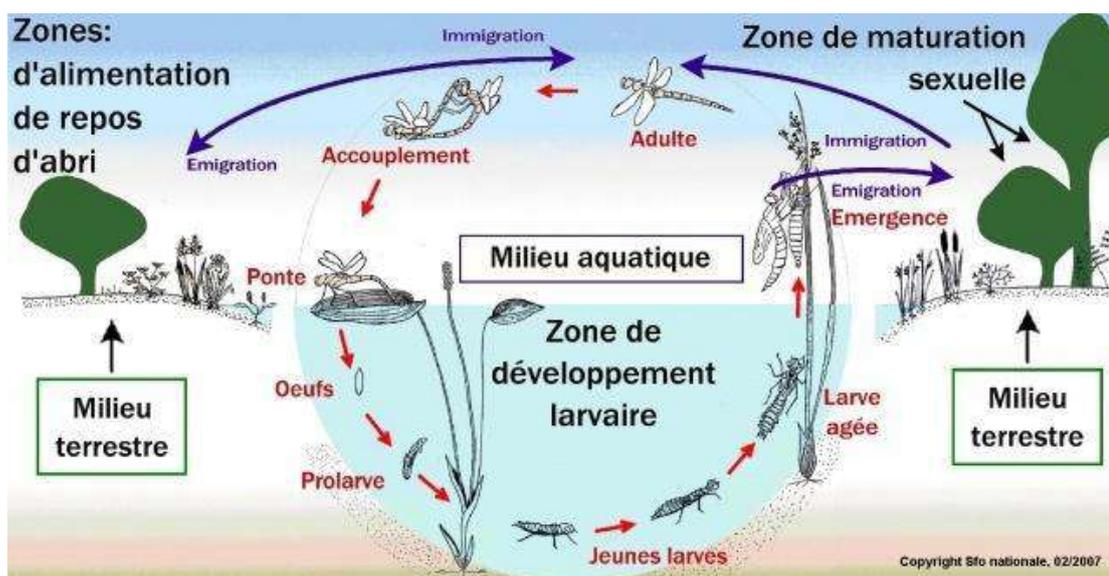


Figure 3 - Cycle biologique d'odonate

(<http://naturealsacebossue.over-blog.com/2018/07/les-libellules-observer-identifier-et-preserver-episode-1-sur-4.html> 18.05.2021)

I.3. Ecologie des odonates

Les odonates sont de grands prédateurs des écosystèmes aquatiques et humides auxquels ils sont étroitement liés (Corbet, 2004 ; McPeck, 2008). Des bassins saumâtres aux lacs de montagne, des zones de source aux stations de retraitement d'eau sur-polluées, il n'est guère

de milieux aquatiques qui ne peuvent être colonisé par des odonates. Leurs capacités d'adaptation sont telles qu'elles peuvent vivre dans les tourbières acides ou dans des sources pétrifiantes. Certaines sont adaptées aux eaux vives et suroxygénées des accélérations des rivières, d'autres aux eaux stagnantes et eutrophes des marais. Au plan régional, seules les eaux trop salées ou les points d'eau trop éphémères ne permettent pas le développement des larves (Jourde, 2010). Les différentes espèces à la base de la production de ressources et de services écologiques d'un écosystème sont sous le contrôle de facteurs physiques, chimiques, hydrologiques et biologiques. Toute modification de ces facteurs se répercute sur les espèces. Certaines espèces à sensibilité élevée servent à détecter les perturbations comme les pollutions, la modification des habitats, le changement climatique... etc (Baïlo Ndiaye, 2010).

Les larves vivent dans des milieux d'eau douce, à la fois dans des eaux courantes et dormantes (Moore, 1997). Les libellules sont capables de se reproduire sur des milieux aussi différents que les rivières, les mares et autres zones humides (espèces eurytopes). Pourtant quelques espèces s'observent uniquement dans des habitats particuliers. Pour ces espèces dites «sténotopes», il semblerait qu'elles aient des exigences particulières quant à l'acidité de l'eau, sa qualité ou encore en ce qui concerne le profil général de la végétation (Ternois, 2003).

Durant l'émergence, le vent, la pluie, la grêle peuvent totalement décimer la cohorte d'une journée. L'impact des gouttes suffit à faire tomber un insecte en cours de métamorphose. Le vent peut empêcher les libellules d'étaler correctement leurs ailes (Precigout *et al.*, 2009). Une sécheresse durable peut dessécher de nombreux sites de reproduction où réchauffer l'eau à un tel point que cette température dépasse le seuil admissible par les espèces euro-sibériennes notamment, qui apprécient plutôt les eaux fraîches (Jourde, 2010).

Certaines stratifications s'opèrent dans la distribution des larves dans leur biotope. Les larves dites « grimpeurs » des Zygoptères, des Aeschnidae et de quelques Libellulidae occupent la strate supérieure, dans les herbes ou le long des rives. Ces larves sont issues des pontes endophytes (œufs pondus dans les tiges des plantes). Les « marcheurs » se déplacent sur le fond ou parmi des débris grossiers sédimentés (Libellulidae et Corduliidae) (Baïlo Ndiaye, 2010).

Chapitre II

Présentation du milieu d'étude

Chapitre II - Présentation du milieu d'étude

Ce chapitre traite de la présentation de la région d'étude en se référant à ses caractéristiques à savoir sa position géographique, son climat, sa géomorphologie, son sol et ses aspects biotiques.

II.1. Localisation géographique

Chacune des deux régions, Ouargla et Djamaâ présente des particularités géographiques, elles sont considérées avant tout comme des régions sahariennes faisant partie du Sahara nord-est algérien.

II.1.1. Région d'Ouargla

La région d'Ouargla (31°58 N., 5° 20' E.) se trouve au sud-est de l'Algérie, le chef-lieu de wilaya est à 800 Km d'Alger. Cette région couvre une superficie de 163.233Km²(ANDI, 2014). La ville d'Ouargla est située à une altitude moyenne de 134 m (fig.4). La région se situe au fond d'une cuvette de la basse vallée de l'Oued M'ya. Cette vallée fossile est bordée au Nord par le seuil de Bour El Haïcha. Au Sud, elle est limitée par les dunes de l'Erg Touil, qui s'étendent à l'Est. A l'Ouest, la région d'étude est bordée par la falaise terminale du plateau de Guantara (Rouvillois-Brigol, 1975).

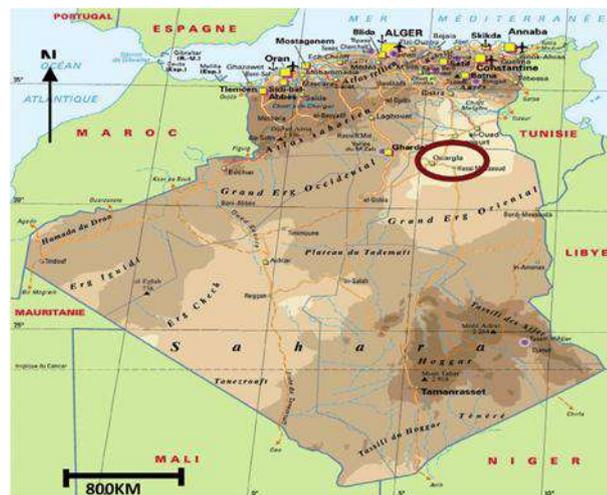


Figure 4 - Localisation de la région d'Ouargla (Koull et Halilat, 2012).

II.1.2. Région de Djamâa

Djamâa (33°24' à 33°43' N ; 5°53' à 6°06' E) est située à 120 km au nord-ouest de la ville d'El Oued et se trouve à une altitude de 51 m (fig.5). Elle est limitée au Nord par les palmeraies d'El M'ghaier, à l'Ouest par le plateau du M'zabet Ouled Djellal, au Sud par Tamerna et les grandes oasis de Touggourt, à l'Est par l'Erg oriental. Elle couvre une superficie de 37850 Km² et s'étend du Nord au Sud sur une distance de 98 Km de Tinedla El Bared (Bouhania et Zehri, 2005).

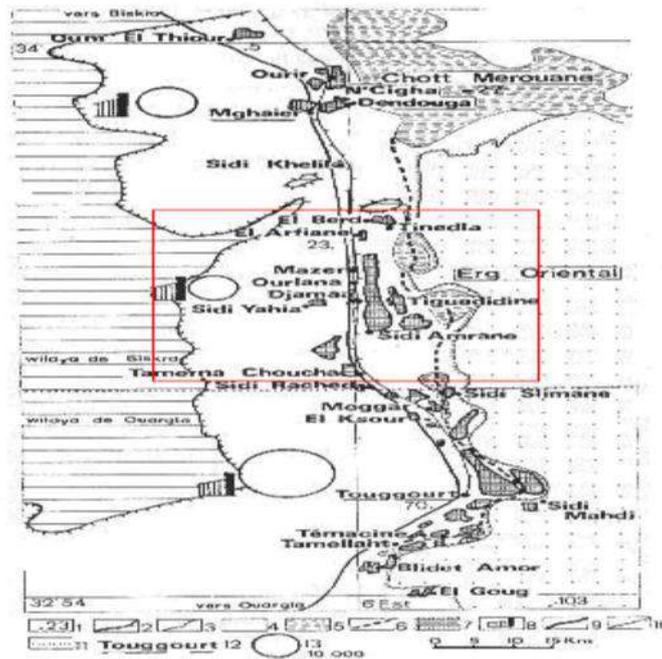


Figure 5- Situation géographique de la région de Djamâa (Dubost, 1991)

II.2.Aspects géomorphologiques

Chacune des régions Ouargla et Djamâa présente sa propre géomorphologie.

II.2.1.Région d'Ouargla

Les principaux ensembles paysagers de la cuvette d'Ouargla sont les hamadas, les glacis, les sebkhas et chotts, et les dunes de sable. Le relief d'Ouargla est constitué de roches sédimentaires et des alluvions et colluvions issus de ces dernières (Busson, 1969).

La géomorphologie de la région d'Ouargla est constituée des éléments suivants :

1-Hamada (plateau où affleurent de grandes dalles rocheuses) mio-pliocène et plioquaternaire : formation continentale détritique qui forme des plateaux dont l'altitude est de 200 m en moyenne ;

2- Formations sableuses : composées de dunes et de cordons d'erg ;

3-Etendues alluviales correspondant au lit de l'oued m'ya, selon un axe sw-ne ;

4- Sebkhas : marécages salés, le plus souvent asséchés, occupant le fond d'une dépression. La plus grande est la sebkhat Safiouna à l'extrémité nord, c'est aussi le point le plus bas de la région (Bonard et Gardel, 2004).

II.2.2.Région de Djamâa

Dans la région de Djamâa, deux formes naturelles observées (dunes et palmeraies) orientent le développement linéaire des agglomérations dans le sens méridien (Direction de l'hydraulique de la wilaya d'El Oued, 2009). Selon Keddam et Taabli (2017), cette région a une morphologie homogène, elle se présente comme une dépression (large fossé) orienté Sud-Nord, composée de dunes qui s'étendent sur la plus grande partie et quelques plaines composées de sable et d'alluvions .La topographie de la région d'étude est légèrement tabulaire avec des altitudes qui varient entre 0 et 130 mètre. Elle est subdivisée en quatre sous-ensembles :

-La zone de plateau à l'ouest, où affleurent le Mio-Pliocène et le Pliocène continental avec des grès et des sables à lentilles de calcaire.

-Les formations sableuses (dunes et cordons d'erg) avec une altitude qui varie entre 60 et 100 mètres.

-Les zones alluvionnaires occupant de larges étendues le long de l'Oued Righ et s'étend du sud (Touggourt) vers le nord (Chott Mérouane) avec une très faible pente, l'altitude varie entre 10 et 90 mètres.

-Les chotts occupant les fonds des dépressions et des dayas. Chott Merouane est le plus important, il est situé au nord-est de la vallée d'Oued Righ, l'altitude sur les bordures de Chott Merouane est de 35 par rapport au niveau de la mer (A.N.R.H., 2009).

II 3.Caractéristiques pédologiques

Le sol est un facteur important pour certains organismes vivants et la qualité du sol varie d'une région à l'autre (Ouargla et Djamâa) en raison de ses propriétés physiques et chimiques.

II.3.1. Région d'Ouargla

Selon Halilat (1998), la région d'Ouargla se caractérise par des sols sableux à structure particulière, une forte salinité, un pH alcalin un faible taux de matière organique et une bonne aération. Trois types de sols sont retrouvés dans la cuvette d'Ouargla, ce sont les sols sal sodiques, les sols hydromorphes et les sols minéraux bruts.

II.3.2. Région de Djamâa

Le sol est généralement sur un relief plat, de texture sableuse, à un fort degré de salinité et pauvre en matière organique (Dubost, 1991). Les sols de Djamâa sont des sols peu évolués. Ce sont des sols d'origine alluviale, anciennes encroûtées essentiellement à la surface par des apports éoliens sableux. Ils ont une structure particulière (Beggat, 2006).

II.4.Caractéristiques hydrogéologiques

Dans les deux régions, Ouargla et Djamâa, il y a un aspect hydrogéologique.

II.4.1. Région d'Ouargla

Selon l'A.N.R.H. (2000), il existe trois aquifères dans la région d'Ouargla.

A-Nappe phréatique

La nappe phréatique est contenue dans les sables alluviaux de la vallée. Elle s'écoule du sud vers le nord suivant la pente de la vallée, sa profondeur varie de 1 à 8 m. Selon les lieux et les saisons. Les eaux de la nappe phréatique sont très salées (50 g/l).

B-Nappe du complexe terminal

La nappe du complexe terminal est constituée de deux nappes, la nappe de Miopliocène et la nappe de Sénonien.

C-Nappe Albienne

La nappe Albienne est la nappe du continental intercalaire. La profondeur moyenne d'un forage d'exploitation dans la région d'Ouargla, est comprise entre 1000 à 1500 m, généralement leur salinité est moins de 2 g/l (Benbrahim, 2006).

II.4.2. Région de Djamâa

La vallée de l'Oued Righ représente en réalité une grande oasis nord-saharienne qui s'étale des communes de Still et d'Oum Tiour (piémonts sud de l'Atlas saharien) au nord jusqu'à la ville de Touggourt au sud. Cette région constitue une vaste cuvette allongée avec des altitudes pouvant descendre jusqu'à 30 m au-dessous du niveau de la mer (Houhamdi et al., 2008).

Parmi les dépressions de la vallée de l'Oued Righ : Chott Tinedla (33°39.787'N, 06°02.815'E), Lac Merrara (33°03,432'N, 06°03.967'E), Chott Tiguédidine (33°31.366'N, 06°02.181'E) et Lac Ayata "Sidi Amrane" (33°29.867'N, 05°59.403'E) appartiennent à la région de Djamâa (Houhamdi et al. 2008).

II.5. Données bibliographiques sur la faune

Le Sahara est un milieu où la sévérité des agressions vient limiter le développement de la vie faunistique. La plupart des espèces, leur répartition se limite à la strate superficielle à cause de la pauvreté du sol en couverture végétale (Leberre, 1990).

II.5.1. Région d'Ouargla

Selon plusieurs auteurs comme Le Berre (1990), Benkhalifa (1991), Bekkari et Benzaoui (1991), Idder (1992), Ababsa (2002), la région d'Ouargla présente une faune relativement variée. Il s'y trouve essentiellement des insectivores comme le hérisson du désert *Paraechinus aethiopicus*, des carnivores comme le fennec *Fennecus zerda* et le chacal *Canis aureus*, *Canidae*, des rongeurs comme la gerbille *Gerbillus gerbillus*, et la souris domestique *Mus musculus*. Les oiseaux, les plus fréquents sont : la tourterelle des bois *Streptopelia turtur*, la tourterelle sénégalaise *Streptopelia senegalensis*, la pie-grièche grise *Lanius excubitor* et le moineau domestique *Passer domesticus*. Les amphibiens sont représentés par la grenouille rieuse *Ranaridibunda*, les reptiles avec des lézards comme *Agama mutabilis* et des vipères comme *Cerastes vipera* (Bekkari et Benzaoui, 1991).

II.5.2. Région de Djamâa

La faune est diversifiée en particulier au niveau des palmeraies où des espèces trouvent leurs abris. Il faut rappeler que les conditions écologiques sont adéquates dans ces milieux, car les

pollutions dues aux traitements chimiques et aux rejets des usines sont absentes. Des listes des espèces signalées dans la région d'étude par les travaux de Heim de Balsac et Mayaud(1962), de Leberre (1989,1990) de Bekkari et Benzaoui (1991), d'Isenmann et Moali (2000), d'Etchecopar et Hue (1964), de Nouidjem et al. (2007), et de Bouzegag et al. (2007) sont établies.

D'après Heim de Balsac et Mayaud,(1962) ; Leberre, (1989,1990) ; Bekkari et Benzaoui,(1991); Isenmann et Moali ,(2000) ; Etchecopar et Hue ,(1964) ; Nouidjem et al.,(2007); Bouzegag *et al.*,(2007), nous mentionnons quelque espèces : Parmi les espèces d'arthropodes inventoriées dans la région d'étude, on retrouve *Crocothemis erythraea* , *Anax parthenope*, *Orthetrum chrysostigma*, *Ischnura graellsii* , *Cicindela flexuosa*, *Onthophagus taurus* , *Coccinella algerica*.

D'après Leberre, (1989, 1990), les vertébrés correspondant aux Cyprinodontidae sont présents : *Aphanius fasciatus*, Leptotyphlopidae : *Leptotyphlops macrorhynchus*, Bufonidae : *Bufo mauritanicus* ...etc.

Les oiseaux observés à Djamâa (Heim de Halsac et Mayand ,1962 ; Eichecopar et Hue, 1964 ; Leberre, 1989,1990 ; Bekkari et Benzaoui, 1991 ; Isenmann et Moali, 2000 ; Belhadj et Gasmi, 2005) sont : *Phoenicopterus ruber*, *Ciconia ciconia*, *Anas crecca* , *Bubo ascalaphu* , *Hirundoru pestrus* , *Upupa epops* , *Turdus merula* , *Falco tinnuculus*, *Hieraeets pannatus* , *Apus pallidus* ...etc.

II.6. Données bibliographiques sur la flore

La flore saharienne est considérée comme très pauvre si l'on compare le petit nombre d'espèces qui habitent ce désert à l'énormité de la surface qu'il couvre (Ozenda, 1991).

Le peuplement végétal de la région est un héritage des espèces d'origine plus humide espèces méditerranéennes ou tropicales. Ces espèces végétales se sont adaptées au désert grâce à l'apparition de caractères physiologiques ou morphologiques nouveaux (Hadjaidji-Benseghier, 2002).

II.6.1. Région d'Ouargla

Selon Ababsa (2005), Dans la région d'Ouargla il y a trois texture du sol, chaque type du sol est caractérisé par une végétation spécifique, les sols ensablés (Erg) qui abritent 6 familles : Poaceae telle que *Aristrada pungens*, Ephedraceae telle que *Ephedra alata*, Fabaceae telle que

Retamaretama, *Genista sahara* ; Polygonaceae (*Calligonum azel*) ; Cyperaceae (*Cyprus conglomeratus*) et Boragiaceae (*Mollikia callosa*). Le 2^{ème} type du sol est celui des sols rocheux (hamada) représenté par 5 familles : Poaceae (*Aristida adscencionis*). Brassicaceae : *Moricandia fruticosa*, Fabaceae (*Lottus rondairei*) ; Lamiaceae comme *Forskohlea tenacissima* et la famille des Asteraceae dont *Senecio flavus*. Enfin, les sols salés représentés par une seule famille Chenopodiaceae et ses trois espèces *Salsola foetida*, *Salsola sieberi* et *Traganum nudatum*.

II.6.2. Région de Djamâa

Les Poacea sont bien représentés, telles que *Cynodon dactylon*, *Aeuropus littoralis* et *Hordum murinum*. Parmi les Asteraceae, *Sonchus maritimus*, *Sonchus oleraceus* et *Aster squamatus* sont importants dans la région. Selon Quezel et Santa (1962, 1963), Ozenda (1983), Khouda et Hammou (2006), la flore de la vallée de Djamâa regroupe une gamme importante d'espèces réparties entre plusieurs familles par exemples : *Suaeda fruticosa*, *Traganum nudatum*, *Juncus maritimus*, *Launaea glomerata*, *Sonchus maritimus*, *Sonchus oleraceus*, *Centaurium pulchellum*, *Polygonum convolvulus*, *Zygophyllum album* ...etc.

II.7. Données climatiques

Les paramètres climatiques détaillés dans ce chapitre ont une influence sur les êtres vivants, il s'agit de la température, la précipitation, l'humidité relative de l'air et le vent. Ces paramètres concernent la période 2009 à 2018 dans les deux régions.

Le tableau 1 et 2 représente les données climatiques de la région d'Ouargla et Touggourt étant la station météorologique la plus proche de Djamâa.

Tableau 1-Données climatiques de la région d'Ouargla (2009-2018).

Mois	Température °C			H (%)	Vent (km/h)	P (mm)	EVA. (mm)	INS (Heure)
	M	M	Moy					
Janvier	5,2	19,5	12,4	50,5	4,7	8,8	97,9	248,4
Février	7	21,2	14,1	44,6	7,4	4,1	120,7	237,4
Mars	10,7	25,7	18,2	40,5	7,4	5,6	180,6	266,8
Avril	15,4	30,8	23,1	35,3	5,3	1,5	231,3	285,3
Mai	20	35,3	27,7	30,4	7,6	2,3	302,6	316,3
Juin	24,8	40,4	32,6	26,7	5	0,8	366,9	229,3
Juillet	28,1	44	36,1	22,7	4,4	0,4	447,2	317,5
Août	27,3	42,4	34,8	26,2	4,5	0,5	388	341,4
Sept.	23,5	38,1	30,8	33,9	7,4	5,4	266,8	268,1
Oct.	17,1	31,8	24,5	38,4	7,4	4,7	207,6	270,7
Nov.	10,5	24,6	17,5	46,2	6,1	3,1	124,5	248,2
Déc.	5,9	19,8	12,8	51,3	4,8	3,7	86,2	239
Moyenne	16,3	31,1	23,7	37,2	6	/	235	272,4
Cumul	/	/	/	/	/	40,8	2820,2	3268,5

Source : O.N.M. (2019).

M : C'est la moyenne mensuelle des températures maximale en°C.

m : C'est la e moyenne mensuelle des températures minimale en°C.

Moy : $(T_m + T_M)/2$, C'est la moyenne mensuelle des températures maximale et minimale en°C.

V : vitesse du vent en km/s.

P : Précipitation en mm.

EVA : Evaporation totale en mm.

INS : Durée d'insolation en Heure.

H : Humidité de l'air en pourcentage(%).

Tableau2- Données climatiques de la région Djamaa (2009 - 2018).

Mois	Température °C			H (%)	Vent (km/h)	P (mm)	EVA. (mm)	INS (Heure)
	M	M	Moy					
Janvier	5,1	18,5	11,8	60,85	8,6	11,0	107,29	253,66
Février	6,4	19,8	13,1	53,8	8,8	5,9	122,3	238,21
Mars	10,1	24,2	17,2	28,8	10,2	7,2	176,22	264,71
Avril	14,6	29,2	21,9	46,05	10,5	9,9	202,94	291,88
Mai	19,1	33,7	26,4	56,55	10,3	2,4	251,6	321,02
Juin	23,8	38,6	31,2	35,95	9,6	0,2	292,9	323,62
Juillet	27,1	42,4	34,8	32,55	9,2	0	399,88	362,07
Août	26,3	40,9	33,6	37,3	9,2	1,4	351,09	343,98
Sept.	22,7	36,3	29,5	46,95	8,2	6,0	255,55	279,08
Oct.	16,6	30,5	23,6	48,95	7,9	0,8	200,25	253,49
Nov.	10,0	23,5	16,8	56	8,1	6,1	156,01	250,35
Déc.	5,4	18,8	12,1	61,6	7,2	2,8	103,34	242,02
Moyenne	15,6	29,7	22,66	47,03	8,21	/	218,28	285,34
Cumul	/	/	/	/	/	53,6	2619,37	3424,09

Source : O.N.M. (2021)

II.7.1. Température

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait, la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (RAMADE, 2003). La région d'Ouargla est caractérisée par une température moyenne annuelle de 23,7°C,

la valeur moyenne maximale du mois le plus chaud (juillet) atteint 36,1°C alors que la valeur moyenne minimale est de 12,4°C soit en janvier (Tab.1). A Djamâa, la température moyenne maximale est de 34,8°C au mois de juillet alors que la température moyenne minimale est 11,8°C enregistrée en janvier (Tab. 2).

II.7.2. Précipitation

Les précipitations sont parmi les facteurs les plus importants pour les êtres vivants. Certes, les pluies régulières représentent un effet bénéfique sur le développement des plantes. Les pluies printanières et automnales contribuent au réveil de la phase chrysalide de quelques insectes (Abdelbaki, 1989). A Ouargla, les pluies sont rares et irrégulières. Le cumul annuel de l'ordre de 40,8 mm en moyenne pour la période 2009-2018, le mois le plus pluvieux est janvier avec 8,8 mm par contre le mois juillet est le moins arrosé avec des traces de précipitation soit 0,4 mm (Tab. 1). A Djamâa, les précipitations sont rares et irrégulières, leur répartition est marquée par des traces en février, mai, juin, juillet, août, septembre, alors qu'elles atteignent leur maximum en janvier soit 11 mm. Le cumul annuel des précipitations correspond à 53,6 mm (Tab. 2).

II.7.3. Vent

Le vent est un phénomène continu au désert où il joue un rôle considérable en provoquant une érosion intense grâce aux particules sableuses qu'il transporte. Dubost (2002), signale que les régions sahariennes ont la réputation d'être soumises à des vents forts et constants, en réalité c'est le manque d'obstacles au sol, l'absence de reliefs et la médiocrité de la végétation qui permettent aux vents d'exercer toute leur influence. Il joue un rôle important dans le déplacement des insectes. Les valeurs de la vitesse du vent enregistrées à Djamâa et à Ouargla en 2009-2018, sont reportées dans le tableau 2.

D'après le tableau.1, Les vents sont fréquents toute l'année, on remarque que la vitesse moyenne annuelle des vents au niveau de la région Ouargla atteint 6 km/h, on enregistre une vitesse maximum de 7,6 km/h en mai. A Djamâa, la vitesse maximale du vent est de 10,5 en avril. L'activité du vent s'accroît entre mars et mai (Tab. 2).

II.7.4.Évaporation

Dans les milieux arides, l'évaporation est toujours plus importante sur une surface nue que sous couvert végétal surtout en été. Cela s'explique par les fortes températures et le fort pouvoir évaporant de l'air et des vents desséchants. L'évaporation annuelle dans la région

d'Ouargla est très importante, le cumul annuel atteint 2820,2mm en moyenne pour la période 2009-2018. La valeur maximale est enregistrée en juillet (447,2mm), le minimum au mois de décembre soit 86,2 mm (Tab. 1). Dans la région de Djamâa, l'évaporation est d'une moyenne de 218,28 mm avec un minimum de 103,34 mm en décembre et un maximum de 399,88 en juillet (Tab. 2).

II.7.5. Humidité relative de l'air

L'humidité de l'air agit sur la densité de la population en provoquant une diminution du nombre d'individus lorsque les conditions hygrométriques sont défavorables (Dajoz, 1971).

Dans la région d'Ouargla, l'humidité relative de l'air est faible, avec une moyenne annuelle de 37,2 % (tab. 1). La valeur minimale est enregistrée en juillet (22,7 %) à cause des vents chauds et de la forte évaporation. Elle atteint son maximum en décembre (51,3 %).

A Djemâa, l'humidité relative de l'air fluctue selon les mois. Elle correspond à sa valeur minimale soit 28,8 % en mars et atteint un maximum soit 61,6 % au mois de décembre (Tab. 2).

II.7.6. Insolation

En zones arides, l'intensité globale des radiations annuelles est de 200 Kcal/m² et la durée journalière moyenne atteint 9 à 11 heures de soleil (Toutain, 1979). Le tableau 2 résume les valeurs des durées d'ensoleillement atteintes pendant la période de dix ans (2009-2018) pour les deux régions. A Ouargla la durée moyenne de l'insolation est de 272,3 h/mois, avec une valeur maximum de 341,44 heures en août alors que la plus faible durée est notée en juin (229,3 h/mois). Le cumul moyen annuel est de 3268,46 h (tab. 1).

La région de Djamâa se caractérise par une forte insolation avec un minimum de 242,02 h en décembre et un maximum de 362,07 h en juillet. La durée d'insolation moyenne mensuelle présente 3424,09 h (Tab. 2).

II.8. Synthèse bioclimatique

Les différents facteurs climatiques n'agissent pas indépendamment les uns des autres (Dajoz, 1985). Il est par conséquent important d'étudier l'impact de la combinaison de ces facteurs sur le milieu. Pour caractériser le climat de la région d'Ouargla et celui de Djamâa, le diagramme ombrothermique de Goussien et Bagnouls(1953) et le climagramme d'Emberger sont utilisés.

II.8.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

Le diagramme Ombrothermique met en évidence les périodes de sécheresse. L'axe des abscisses représente les mois de l'année, l'axe des ordonnées à la droite représente les précipitations (P) en mm et de la gauche les températures moyennes (T) en °C. L'échelle est $P = 2T$. L'intersection de la courbe des précipitations avec la courbe des températures détermine la durée de la période sèche. Bagnouls et Gausсен, ont défini les mois secs comme ceux dont la pluviosité moyenne mensuelle en millimètres est inférieure ou égale au double de la température moyenne mensuelle exprimée en degrés Celsius ($P \leq 2T$).

Sur les figures 6 et 7 sont représentés les graphiques des deux régions illustrant les diagrammes Ombrothermique. Le diagramme Ombrothermique de la région d'Ouargla et Djamâa laisse apparaître que la période de sécheresse s'étale sur toute l'année.

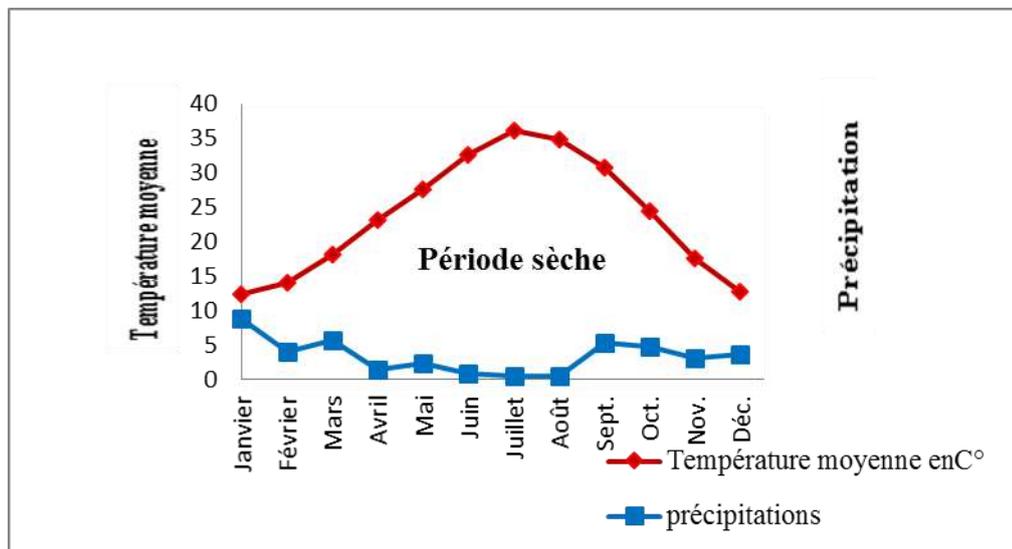


Figure 6- Diagramme Ombrothermique de Gausсен et Bagnouls appliqué à la région d'Ouargla (période 2009-2018)

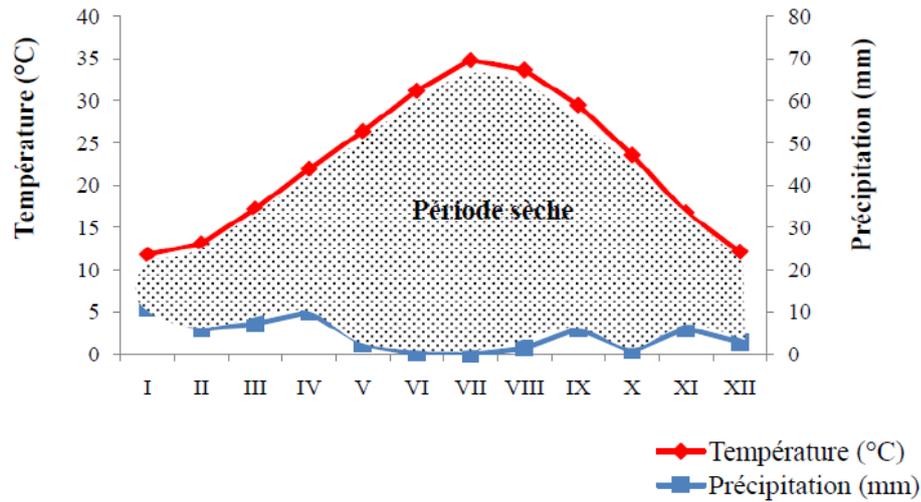


Figure 7 -Diagramme Ombrothermique de Gaussen et Bagnouls appliqué à la région de Djamâa (période 2009-2018).

II.8.2. Climagramme d'Emberger

Le climagramme d'Emberger permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude. Il est représenté, en abscisse par la moyenne des températures minima du mois le plus froid et en ordonnée par le quotient pluviothermique (Q2).

En appliquant la formule suivante élaborée par Stewart pour l'Algérie et le Maroc, soit :

$$Q2 = 3,43 (P/M-m)$$

Q2 : Quotient pluviothermique d'Emberger ;

P : Pluviosité annuelle en (mm) ;

M : Moyenne des températures maximale du mois le plus chaud ;

m : Moyenne des températures minimale du mois le plus froid ;

À partir de ces données, on peut calculer le quotient d'Emberger des régions d'Ouargla et Djamâa dans ce période (2009 à 2018) :

Concernant la région d'Ouargla, Q2 est égal à 3,60 ; donc cette région est classée dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux .Il en va de même pour la région de Djamâa où Q2 est égal à 4,9 classée dans le même étage bioclimatique.

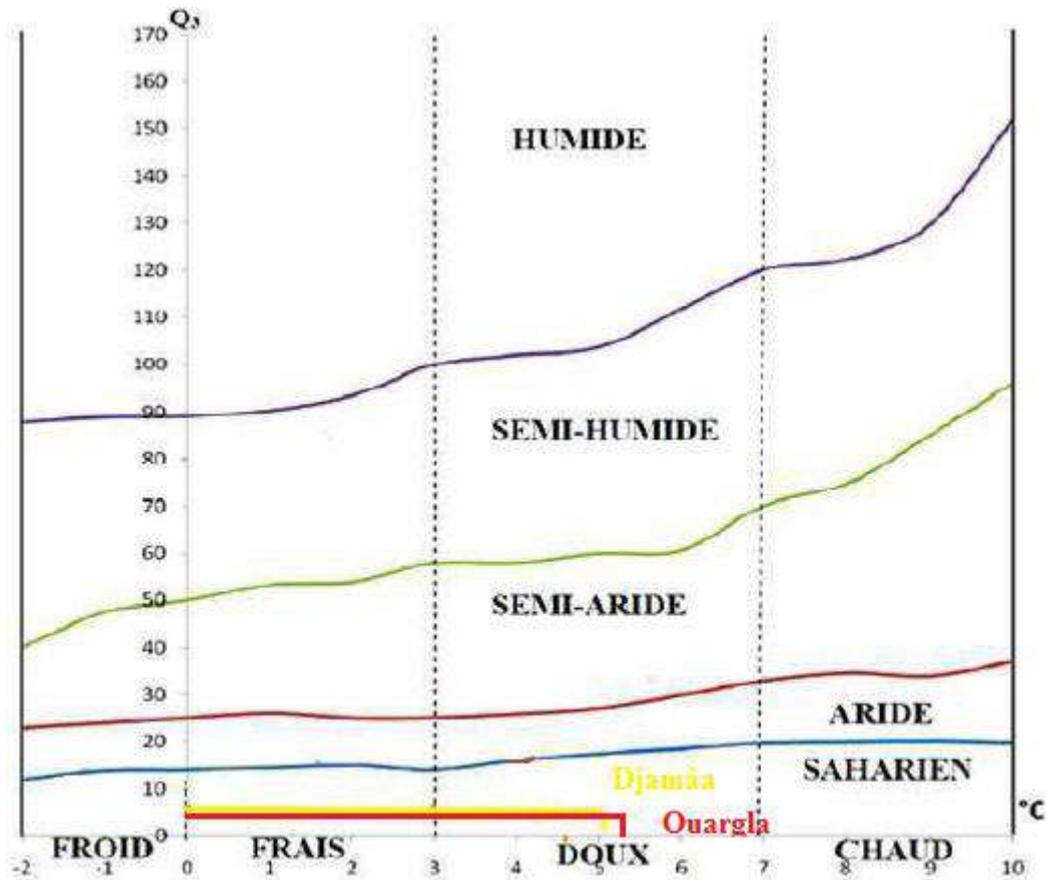


Figure 8 – Etage bioclimatique de Djamâa et d'Ouargla dans le climagramme d'Emberger.

II.9. Zones humides

Les régions d'Ouargla et de l'Oued Righ recèlent d'importantes zones humides. Elles sont en nombre de huit soit trois à Ouargla et cinq à Oued Righ dont trois sont classées, selon la convention de Ramsar en 2004, comme des zones humides d'importance internationale. Ce sont les chotts d'Aïn El Beida, Oum El-Ranneb et Sidi Slimane (Tab. 3). La vallée de Oued Righ est constituée par de nombreux hydro-systèmes qui par leur diversité jouent un rôle important dans le maintien de l'avifaune aquatique ; pendant leur reproduction, leur hivernage et leur transit. La vallée d'Oued Righ est traversée par plusieurs types des zones humides : Chotts, lacs, canal, ...etc. (Bouzegag, 2015).

Tableau 3 – Milieux humides et localisations dans les deux régions d'étude.

Nom du site	Coordonnées géographiques
I.8.1.Région d'Ouargla	
A-Chott Ain El Beida	(31°58'N 05°19'E)
B-Chott Oum El-Ranneb	(32°02'N 05°23'E)
C-Lac Hassi Ben Abdallah	(32°01'54'' N 5°44'66'' E)
D-Sebkhet Safioune	(32° 19.567' N 5° 22.313'E)
I.8.2.Région de Djamâa	
A-Chott Tindla	(33°39.787'N ,6°02.815'E)
B-Chott Tiguédidine	33°31.366'N, 06°02.181'E
C-Lac Merara	(33°03.432'N, 6°03.967'E)
D-Lac Ayata (Sidi Amrane)	(33°29',867 N, 5°59',403 E)

Ces sites présentent une variabilité spatiale, hydrologique, topographique et géologique. Certaines de ces zones humides subissent une influence plus ou moins importante des eaux usées

Chapitre III
Matériel et méthodes

Chapitre III– Matériel et méthodes

Dans ce chapitre nous développons le matériel utilisé sur le terrain et au laboratoire puis la méthodologie.

Le président travail tente de définir la richesse en odonates dans deux zones humides à Ouargla et à Djamâa. Il s'agit également de rechercher des sites de reproduction et de ponte, en déterminant les espèces migratrices et celles autochtones.

III.1. Matériel

Le matériel utilisé au terrain et au laboratoire est reporté dans le tableau 4.

Tableau 4 – Matériel utilisés sur le terrain et au laboratoire.

	Objectif	Matériel	Observation
Terrain	Capture des adultes	Filet à papillon	Cercle : 30cm de diamètre Toile : solide Manche : 1,20m de longueur
	Capture des larves+ Conservation de spécimens	Filet troubleau Bouteille Boites divers	Demi-cercle : 35cm de diamètre Poche en nylon Manche robuste : 1,20m de longueur Divers formes et dimensions
	Prise de notes	Carnet de terrain	Mentionner des observations

Laboratoire		Bouteilles en matière plastique	Prélèvement
	Analyse de l'eau	Béchers Pissette d'eau distillée Appareil multi paramètres	Analyse les paramètres physiques
	Mensuration des espèces	Papier millimétré	Morphométrie
	Détermination des espèces	Guide d'identification + Ethanol à la	Cratères morphologiques
		concentration 70% + Epingles + loupe binoculaire	

III.2. Méthode de travail

Dans la méthodologie est exposée la méthode adoptée sur le terrain et au laboratoire. Il s'agit de la description des sites d'étude et la caractérisation des couvert végétale à travers la réalisation de transects végétaux ; du déroulement de l'échantillonnage et des techniques d'analyse de l'eau ainsi que de l'exploitation des résultats.

III.2.1. Choix des sites

Après une prospection sur terrain à la recherche de sites appropriés, le choix s'est porté sur deux sites en zones humides. A Ouargla, il s'agit de Sebkhat Safioune, Sebkha II). A Djamâa, le premier site est le Lac Ayata et le second correspond à deux drains dans une palmeraie à Tiguédidine. Les critères ayant guidés ce choix reposent sur la présence des odonates, la sécurité et la diversité des paysages.

III.2.2. Réalisation de transect végétal

L'établissement des transects végétaux est effectué pendant le mois d'avril 2021. Cette technique correspond à un rectangle de 10m de large et de 50m de long, soit 500m². Le transect est réalisé selon la méthode de Mayer (citée par MORDJI, 1988). La formule suivante établie le recouvrement global d'un site :

$$RG = Ss \times 100 / S$$

Où :

RG : taux de recouvrement global de l'espèce en question

Ss : surface occupée par une espèce végétale projetée orthogonalement sur le sol

$$Ss = \pi \times r^2 \times n$$

n : nombre de touffes sur les 500m²

r : rayon moyen de la touffe

S : surface du transect végétal soit 500m².

La nature du recouvrement est exprimée par une échelle allant de 0 à 10.

0 : Pas de végétation dont le recouvrement $R = 0\%$;

1 : Végétation herbeuse claire dont le $R \leq 5\%$;

2 : Végétation herbeuse très ouverte : $5 < R < 40\%$;

3 : Végétation herbeuse ouverte : $40 < R \leq 60\%$;

4 : Végétation herbeuse dense : $60 < R \leq 95\%$;

5 : Végétation herbeuse continue : $R > 95\%$;

6 : Végétation ligneuse avec végétation herbeuse : $R \leq 5\%$;

7 : Végétation ligneuse avec végétation herbeuse claire : $5 < R < 40\%$;

8 : Végétation ligneuse avec végétation herbeuse très ouverte : $40 < R < 60\%$;

9 : Végétation ligneuse avec végétation herbeuse ouverte : $60 < R \leq 95\%$;

10 : Végétation ligneuse avec végétation herbeuse dense : $R > 95\%$.

III.3. Description des sites d'étude

Les sites d'études choisies dans les deux régions Ouargla et Djamâa sont décrits.

III.3.1. Sebkhat Safioune

La zone de Sebkhet Safioune est située dans la partie aval de la cuvette d'Ouargla. Cette zone est située à 42 Km au Nord-est de la ville d'Ouargla et à proximité du chef-lieu de la commune de N'goussa. Elle s'étale du Sud-ouest vers le Nord-est sur une longueur de 12 km et une largeur de 7 km environ avec une superficie de l'ordre de 7300 ha (fig.9). Elle est comprise entre $5^{\circ} 19' 13,96''$ à $5^{\circ} 25' 01,99''$ de longitude Est et $32^{\circ} 15' 03,23''$ à $32^{\circ} 25' 12,29''$ de latitude Nord. L'altitude est de l'ordre de 104 m (Ramsar, 2005).



Figure 9 - Aperçu sur Sebkhat Safioune.

III.3.2. Sebkha II

Cette sebkha est située entre 31° 56' 01'' de Nord à 5° 17' 57'' d'Est, à environ 3,15 km de la wilaya de Ouargla et l'altitude 129 m. La source de son eau est la nappe phréatique. A environ 18 mètres de long, de 3 mètres de large (fig.10). La surface est estimée à 54 m² et l'eau de nature salée est superficielle.



Figure 10 - Aperçu sur le site Sebkha II.

III.3.3. Lac Ayata

La première zone humide qui se situe près de la commune de Sidi-Amrane, à 3 km au sud de la ville de Djamâa s'avère être le lac Ayata ($33^{\circ}29'17''\text{N}$ et $33^{\circ}29'48''\text{N}$) longitude et ($05^{\circ}59'10''\text{E}$ et $05^{\circ}59'37''\text{E}$). Selon Guezi (2016), le site a une superficie d'environ 155 ha avec une plan d'eau d'environ $6\pm 0,5$ ha de surface et une profondeur maximale variant de 60 à 90 cm. Il est alimenté par les excédents hydriques d'irrigation venant d'un canal qui draine les palmeraies de Chemora et Tamerna vers le canal principal de l'Oued Righ (fig.11).



Figure 11- Aperçu sur le lac Ayata

III.3.4. Drain de la palmeraie Tiguédidine

Cette palmeraie est localisée à 3km de la commune de Djamâa, ce drain ($33^{\circ}33'11.4''\text{N}$ et $6^{\circ}01'35.5''\text{E}$) se trouve au sein d'une palmeraie entourée d'autres jardins phoenicicoles. Le drain se situe à une altitude de 10 m, au nord de la palmeraie avec une largeur de 250 m, sa profondeur atteint 1m. Ce drain secondaire se déverse dans un drain principal (fig. 12).



Figure 12 - Aperçu sur le drain de la palmeraie Tiguédidine.

III.4. Déroulement de l'échantillonnage

Aussi bien le peuplement d'odonates que le couvert végétal sont échantillonnés. La capture d'odonates débute en février et prend fin en mai 2021 soit 4 mois de prospection et de chasse. Durant cette période, en moyenne deux sorties par mois sont faites pour chaque site. Pour le premier site (lac), les sorties sont effectuées à partir de février mais pour le second site, l'échantillonnage commence en mars. La chasse se fait souvent l'après-midi parfois le matin par temps ensoleillé (température moyenne supérieure à 20 °C), et vent nuls à faibles. Chaque sortie dure entre 3 et 4 heures, selon les circonstances (Oertli, 1994).

III.4.1. Capture des odonates

Les odonates sont capturés sous toutes leurs formes, adulte, exuvie et larve. Deux méthodes sont utilisées, les transects et les quadrats.

III.4.1.1. Capture des adultes

Sur terrain, un transect de 1m x 100 m soit 100m² représente l'aire de chasse des adultes. On capture les imagos à l'aide d'un filet à papillon ou bien à la main à différentes strates (ras du sol, strate herbacée et arbrisseau). La technique de fauchage consiste à animer le filet par des mouvements de va et vient. Les manœuvres doivent être très rapides et violentes afin que les individus surpris par le choc, tombent dans la poche (Benkhelil, 1992). Les individus capturés

après fauchage sont sortis délicatement de la poche du filet en évitant de les attraper par les ailes afin de ne pas les abimer (BaïloNdiaye, 2010).

Chaque individu est photographié, et conservé en prenant soin de porter toutes les indications nécessaires (date, heure et lieu de capture,...etc.) sur une boîte de Pétri puis on fait la détermination des espèces en utilisant les guides spécialisés (Guide des libellules de Disjkstra, clés dichotomiques des odonates de France...etc.).

III.4.1.2. Collecte des exuvies

Les exuvies (cuticule externe des individus) sont recherchées et collectées à la main sur une aire ou quadrat de 1m². Parfois, elles sont attachées sur les tiges de plantes semi-aquatiques (20 à 30 cm au-dessus de l'eau). De nature fragile, les exuvies sont conservées soigneusement dans des boîtes de Pétri avec toutes les indications utiles.

III.4.1.3. Capture des larves

Les larves sont pourvues de pattes fonctionnelles qui leur permettent de se déplacer dans la végétation aquatique, les enchevêtrements de racines, les amas de végétaux ou les sédiments du fond (Jourde, 2010). Les larves grimpeuses ou mobilisées sont capturées à l'aide d'un filet troubleau. Pour la capture des larves fouisseuses, on peut effectuer des prélèvements superficiels du sol de la bordure des berges de part et d'autre du front de l'eau sur des placettes de 50 X 50 cm² (Baïlo Ndiaye, 2010). Pour la présente étude, on a effectué des prélèvements sur 4 à 5 placettes sur le long des sites d'étude au niveau des plantes bordant la berge pendant une durée de deux heures/site/sortie. Après récolte des larves, les spécimens doivent être séchés puis déposés dans des boîtes de Pétri contenant de l'alcool et avec l'étiquetage (date, lieu de capture...etc.). La présence des larves dans le site signifie que l'habitat est favorable à la ponte des femelles.

III.4.2. Sex-ratio

L'indice rapport des sexes correspond au rapport entre le nombre d'individus appartenant au sexe mâle par rapport à celui femelle que comporte une population (Ramade, 2003). Il constitue un paramètre démo-écologique de grande importance. En règle générale, les espèces animales sont gonochoriques, c'est-à-dire à sexes séparés, bien que l'hermaphrodisme ou la parthénogenèse puissent être fréquents dans certains ordres d'invertébrés (Ramade, 2003).

III.5. Morphométrie

En vue de la réalisation d'une approche comparative entre les différentes espèces inventoriées, nous avons fait la mesure morphométrique sur les adultes et les larves à l'aide d'un papier millimétré (fig.13 et fig.14).

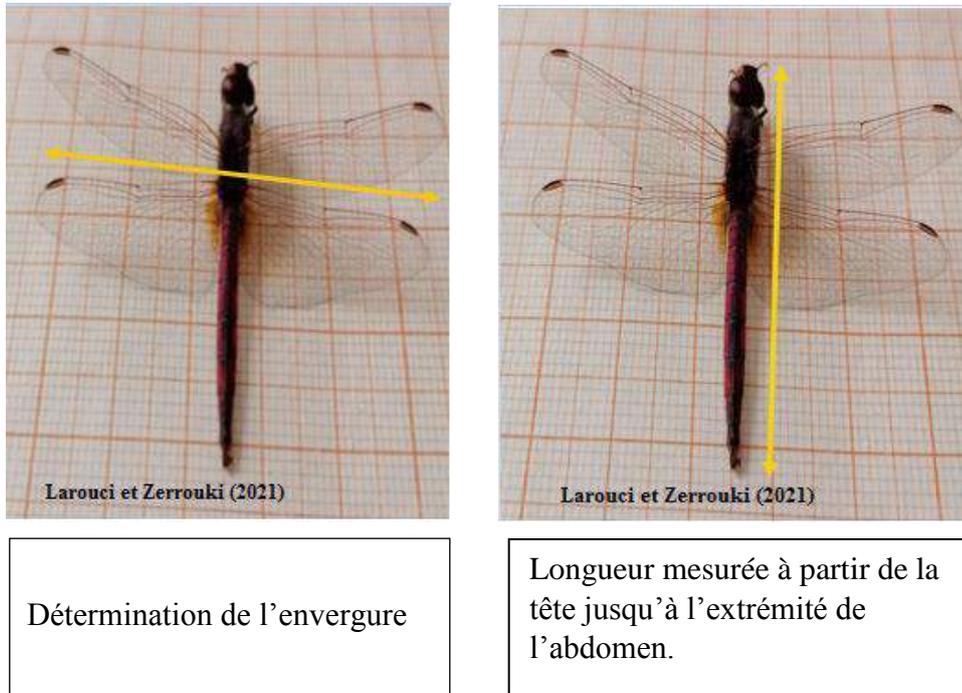


Figure 13 -Morphométrie des adultes



Figure 14 – Morphométrie des larves

III.6. Analyse de l'eau

L'eau est un compartiment du cycle de vie des libellules, dans lequel vivent les larves des odonates. Pour connaître la qualité de l'eau dans laquelle vivent des larves, nous prélevons des échantillons d'eau pour l'analyse en utilisant des paramètres physiques et chimiques. Ces analyses de l'eau sont faites une seule fois par manque de moyens.

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée (Rodier et Coll, 2005).

Les paramètres physiques sont : la température (T°), la conductivité électrique (CE), la salinité, le pH.

Les paramètres physiques sont réalisés à l'aide de 2 appareils multi-paramètres fixes dans le laboratoire de l'Agence Nationale des Ressources hydrauliques (A.N.R.H). Le procédé consiste à verser l'eau prélevée dans un bécher puis on pose les électrodes des 2 appareils, après une phase de stabilité des appareils, il devient possible de lire les résultats de ces analyses.

III.7. Exploitation des résultats

Les résultats de l'étude sur les peuplements des odonates dans les milieux humides de la région d'Ouargla et Djamâa sont exploités par des indices écologiques (indices de composition et de structure) et l'indice de similarité et exprimé sous formes d'illustrations.

III.7.1. Indices écologiques de composition

Il s'agit de la richesse spécifique, l'abondance relative et la fréquence d'occurrence.

III.7.1.1. Richesse spécifique

La richesse spécifique représente un des paramètres fondamentaux qui caractérisent un peuplement et représente la mesure la plus fréquemment utilisée. On distingue une richesse totale S , qui est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné. La richesse totale d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la composent (Ramade, 2003).

$$S = sp1 + sp2 + sp3 + \dots + spn$$

Où :

S : nombre total des espèces observées

$sp_1+sp_2+sp_3+\dots + sp_n$: les espèces observées.

La richesse moyenne s'avère d'une grande utilité dans l'étude de la structure des peuplements. Elle correspond au nombre moyen de l'espèce dans l'ensemble des relevés (Ramade, 2003). C'est le rapport de la somme des contacts avec les espèces de chaque relevé. La richesse moyenne permet de compléter l'inconvénient de la richesse totale qui donne un même poids à toutes les espèces quelle que soit leurs abondances (Blondel, 1976). Elle permet de calculer l'homogénéité du peuplement (Ramade, 1984). Elle est donnée par la formule suivante :

$$S_m = \sum S/N$$

Où :

S_m : la richesse moyenne

$\sum S$: somme des richesses totales obtenues à chaque relevé.

N : nombre de relevés

III.7.1.2. Abondance relative

C'est le pourcentage des individus d'une espèce (i) prise en considération par rapport au total des individus, toutes espèces confondus. Elle peut être calculée pour un prélèvement ou pour l'ensemble des prélèvements d'une biocénose (Dajoz, 1971). La fréquence relative est représentée par la formule suivante :

$$AR(\%) = (ni \times 100)/N$$

Où :

ni : nombre des individus de l'espèce (i) prise en considération

N : ensemble des individus de toutes espèces confondues.

III.7.1.3. Fréquence d'occurrence

La fréquence d'occurrence est le rapport exprimé sous la forme de pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce étudiée, par rapport au nombre total de relevés (Dajoz, 1982). Elle est calculée par la formule suivante :

$$FO(\%) = (P_i \times 100)/P$$

Où :

P_i : nombre de relevés contenant l'espèce étudiée

P : nombre total de relevés effectués.

En fonction de la valeur de la fréquence d'occurrence, on distingue les catégories suivantes :

Des espèces omniprésentes si $FO = 100\%$;

Des espèces constantes si $75 \leq FO < 100\%$;

Des espèces régulières si $50 \leq FO < 75\%$;

Des espèces accessoires si $25 \leq FO < 50\%$;

Des espèces accidentelles si $5 \leq FO < 25\%$;

Des espèces rares si $FO < 5\%$.

III.7.2. Indices écologiques de structure

Au sein des indices écologiques de structure deux d'entre eux retiennent l'attention, ce sont l'indice de diversité de Shannon-Weaver et l'équitabilité.

III.7.2.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver

Il s'avère nécessaire de combiner l'abondance relative des espèces et la richesse totale afin d'obtenir une expression mathématique de l'indice général de la diversité de Shannon-Weaver (Ramade, 1984). Le calcul de cet indice permet d'évaluer la diversité faunistique d'un milieu donné et de comparer entre elles, les faunes de différents milieux même lorsque les nombres d'individus récoltés sont très différents (Dajoz, 1985). Il est donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum q_i \log_2 q_i$$

Où:

H' : indice de diversité exprimé en unités bits

q_i : probabilité de rencontre l'espèce (i), elle est calculée par la formule suivante:

$$q_i = n_i / N$$

n_i : le nombre totale des individus de l'espèce (i)

N : le nombre total de tous les individus de toutes les espèces confondues.

La diversité maximale est représentée par H'_{max} . Elle correspond à la valeur la plus élevée possible du peuplement. Elle est calculée par la formule suivante :

$$H'_{max} = \log_2 S$$

S : le nombre total d'espèces trouvées lors de N relevés.

Cet indice n'a de signification écologique que s'il est calculé pour une communauté d'espèces exerçant la même fonction au sein de la biocénose (Faurie *et al.*, 2003).

III.7.2.2. Indice d'équipartition

L'indice d'équitabilité est le rapport de la diversité observée (H') à la diversité théorique maximale soit H'_{\max} . (Barbault, 1981). Elle permet la comparaison entre deux peuplements ayant des richesses spécifiques différentes (Dajoz, 1985).

$$E = H'/H'_{\max} = H'/\log_2 S$$

Où :

E: indice d'équitabilité

H': indice de diversité de Shannon-Weaver

H': indice de diversité maximale

S: richesse totale.

L'équitabilité varie entre 0 et 1, elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par un nombre semblable d'individus (Ramade, 2003).

III.7.3. Indice de similarité

Le quotient de similarité (Q_s) est un coefficient du type de corrélation entre des groupements du peuplement selon des affinités écologiques basées sur différentes espèces. On dit

que la similitude est significative si Q_s est supérieure ou égale à 50% (Sorensen, 1948 cité par Khineche, 2016). L'indice de similarité de Sorensen est annoncé par la formule suivante :

$$Q_s = 2c/(a+b) \times 100$$

Où :

a: le nombre d'espèces mentionnées dans le site 1

b: le nombre d'espèces décrites dans le site 2

c: le nombre d'espèces communes entre les 2 sites.

Chapitre IV
Résultats et discussion

Chapitre IV - Résultats et discussion

Ce chapitre traite les résultats relatifs à la caractérisation du couvert végétal, de l'analyse de l'eau et la diversité du peuplement des odonates définie par sa composition et sa structure.

IV.1. Analyse du couvert végétal par les transects végétaux

La réalisation de transect végétal des sites étudiée dans les deux régions.

IV.1.1. Transect végétal du Sebkhath safioune

Le taux de recouvrement global de l'occupation du sol par la végétation est de 82,76 % occupé par *Phragmites communis*.

Tableau 5 - Taux de recouvrement (TR%) des espèces à Sebkhath Safioune

Famille	Espèce	TR (%)
Poaceae	<i>Phragmites communis</i>	82,76
Taux de recouvrement global	82,76	

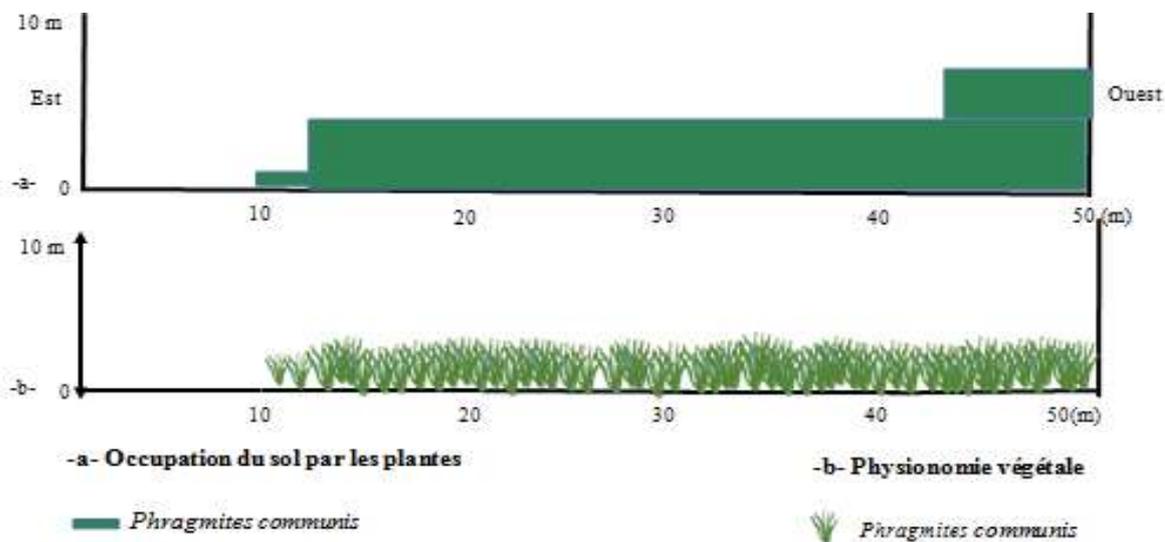


Figure 15 - Transecte végétale à Sebkhath Safioune.

IV.1.2. Transect végétal de la Sebkhah II

Le taux de recouvrement global de l'occupation du sol par la végétation est de 95,89% (fig.16) dont 86,7% par *Phragmites communis* qui est l'espèce dominante, 5,91 % par *Tamarix gallica*, 2,28% par *Halocnemum strobilacneum*, 0,75 % par *Zygophyllum album* et 0,25 % par *Suaeda* sp. (tab. 6). La physionomie du paysage est celle d'un milieu de type végétation ligneuse avec végétation herbeuse dense.

Tableau 6 - Taux de recouvrement (TR%) des espèces dans le site Sebkhah II

Famille	Espèce	TR (%)
Amaranthaceae	<i>Halocnemum strobilacneum</i>	2,28
Tamaricaceae	<i>Tamarix gallica</i>	5,91
Poaceae	<i>Phragmites communis</i>	86,7
Amaranthaceae	<i>Suaeda</i> sp	0,25
Zygophyllaceae	<i>Zygophyllum album</i>	0,75
Taux de recouvrement global		95,89

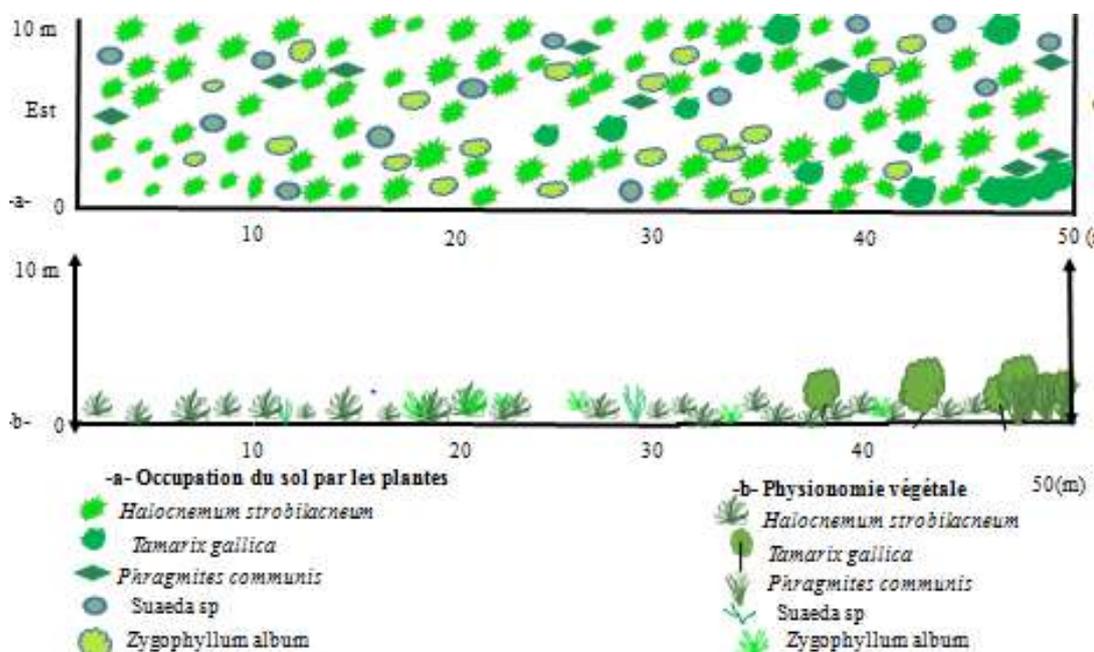


Figure 16 – Transect végétal de Sebkhah II

IV.1.3. Transect végétal du lac Ayata

Le taux de recouvrement global de l'occupation du sol par la végétation est de 98,72 % où *Tamarix gallica* est l'espèce dominante avec un pourcentage de 77,2 %, *Halocnemum strobilaceum* avec 21,52 %. Les autres espèces végétales recouvrent faiblement le sol comme *Phragmites communis* (tab.7) La physionomie du paysage est de type Végétation ligneuse avec végétation herbeuse dense.

Tableau 7 - Taux de recouvrement (TR%) des espèces dans le site lac Ayata.

Famille	Espèce	TR (%)
Tamaricaceae	<i>Tamarix gallica</i>	77,20
Amaranthaceae	<i>Halocnemum strobilaceum</i>	21,52
Poaceae	<i>Phragmites communis</i>	0,001
Taux de recouvrement global		98,72

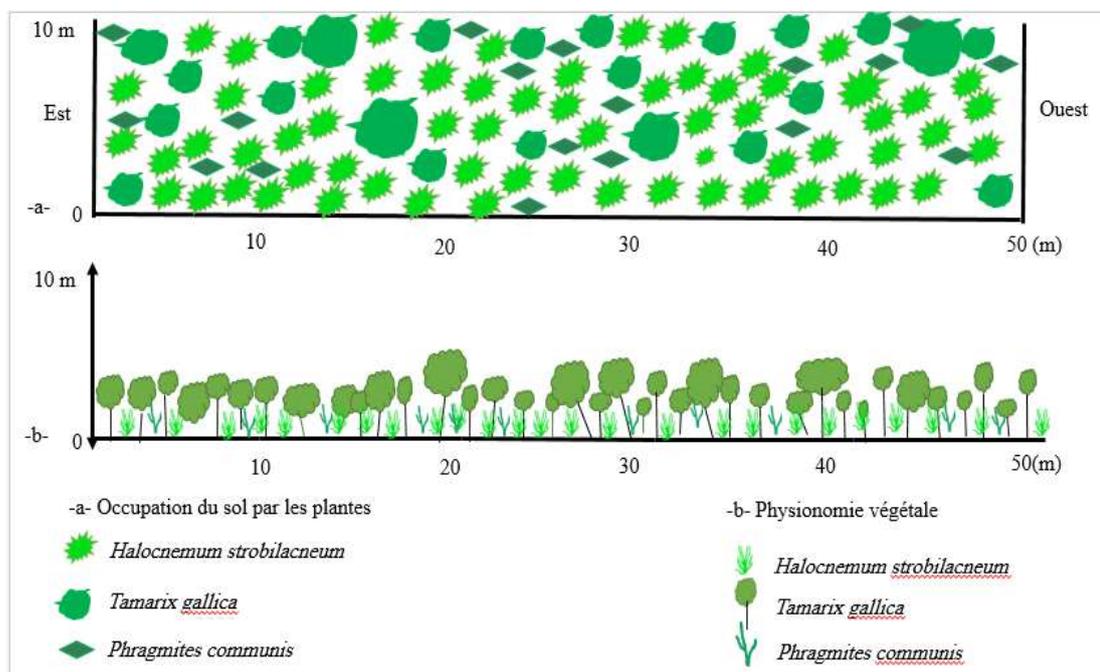


Figure 17 - Transect végétal au lac Ayata

IV.1.3. Transect végétal de la palmeraie Tiguedidine

Le taux de recouvrement global est de 85,52%. L'espèce végétale dominante est *Juncus maritimus* avec 84,89 %, suivie de *Phragmites communis* (0,39 %), *Halocnemum strobilacneum* (0,14%) et *Tamarix gallica* (0,01%) sont peu représentées dans ce site (tab.8). La physionomie du paysage est de type végétation ligneuse avec végétation herbeuse ouverte.

Tableau 8 - Taux de recouvrement (TR%) des espèces de la palmeraie Tiguedidine.

Famille	Espèce	TR (%)
Juncaceae	<i>Juncus maritimus</i>	84,89
Poaceae	<i>Phragmites communis</i>	0,39
Amaranthaceae	<i>Halocnemum strobilacneum</i>	0,14
Tamaricaceae	<i>Tamarix gallica</i>	0,01
Taux de recouvrement global		85,52

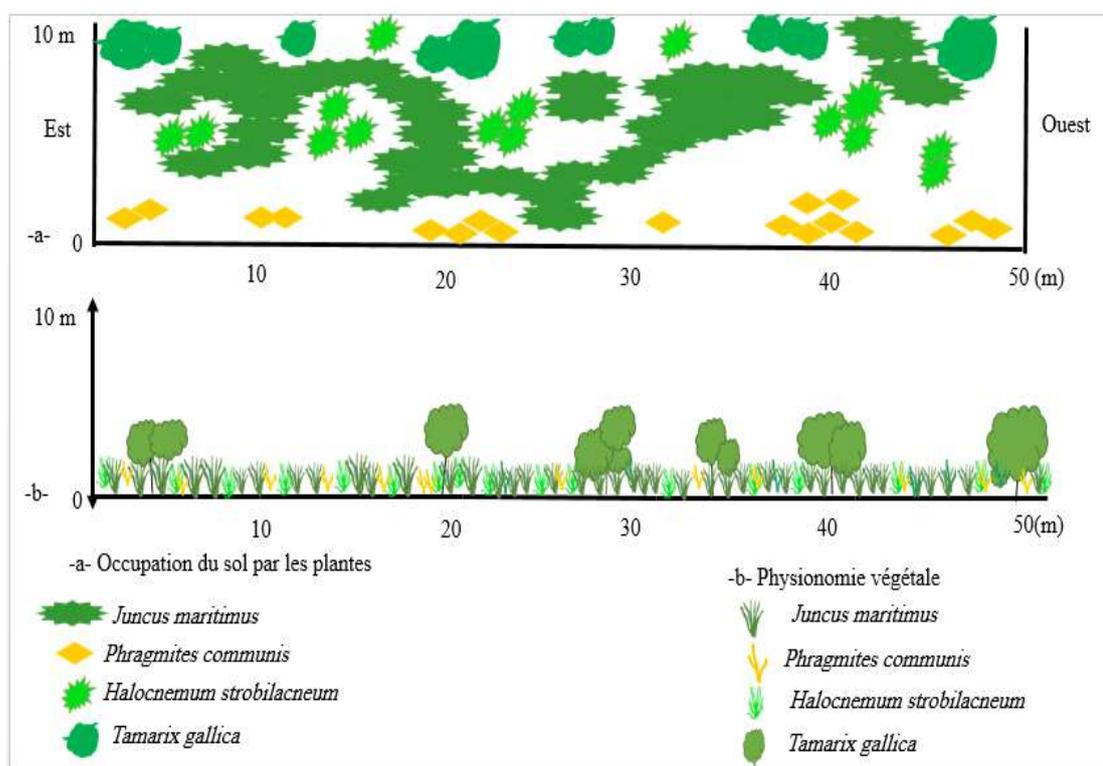


Figure 18 -Transect végétal de la palmeraie Tiguedidine.

IV.1. Analyse de l'eau

Les analyses physiques de l'eau sont effectuées au mois d'avril dans les trois stations d'étude : sebkha II, Drain Tiguédidine et Lac ayata (tab.9; fig.19).

Tableau 9 - Analyse physique des eaux de trois stations.

	Ouargla	Djamaa	
	Mois : Avril		
Paramètre	Sebkha II	Drain de Tiguédidine	Lac Ayata
pH	8,35	7,42	7,94
CE ms/cm	59,3	16	14,82
Salinité mg/l	30,60	7,80	7,12
Température(C°)	24,2	24,2	24,2

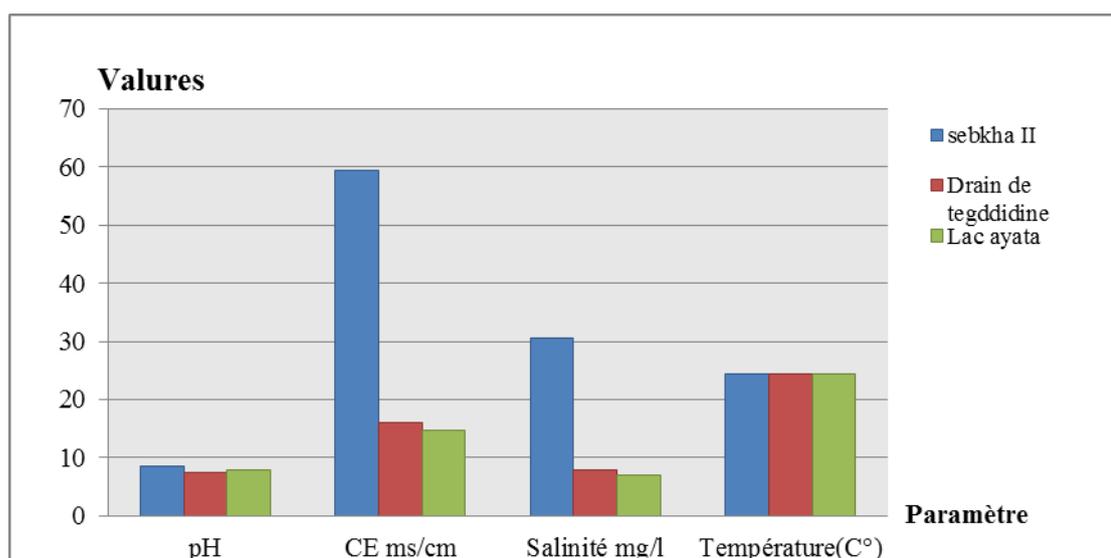


Figure 19 - Paramètres physiques des eaux des trois sites (Sebkha II, Drain de Tiguédidine, Lac Ayata)

Dans le site de sebkha II à Ouargla, la salinité et la conductivité électrique de l'eau sont plus élevés par rapport aux eaux des sites de la région de Djamâa (drain de Tiguedidine et lac Ayata). Concernant la température et le pH de l'eau, il y a une similarité entre les trois sites.

Pour le potentiel d'hydrogène (pH) tous les sites d'Ouargla et Djamâa affichent des valeurs supérieures à 7 soit des eaux légèrement alcaline. Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. On admet généralement qu'un pH naturel situé entre 6,5 et 8,5 caractérise des eaux où la vie se développe de manière optimale.

La température, d'une façon générale la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profonde (Rodier *et al.*, 2005). Dans les trois sites: Sebkha II, lac Ayata et drain de Tiguedidine, une même valeur de température est enregistrée (24,2 °C).

La salinité totale d'une eau est la somme des concentrations de tous ses constituants dissous. La salinité de site de sebkha II à Ouargla est plus élevée par rapport aux sites situés à Djamâa (lac et drain). Les eaux des nappes phréatiques sont toujours très salées avec plus de 4 à 5g/l de résidu sec et bien souvent trois fois plus (Côte, 2002). Foucault et Raoult (2003) rappellent qu'en pays désertique ou subdésertique, les chotts sont des terres salées ou parfois pâturage qui entoure une dépression fermée à lac éphémère (Sebkha), où les Sebkha, sont des dépressions permanentes ou presque temporairement occupées par un lac, en général salés, et où se déposent des évaporites. Les eaux proviennent du ruissellement, mais aussi des nappes souterraines.

IV.3. Analyse du peuplement d'odonates

Cette partie est consacrée d'abord à l'inventaire spécifique des odonates dans les deux régions d'étude et à travers les différentes stations. Ensuite, une analyse écologique est présentée.

IV.3.1. Inventaire spécifique

L'échantillonnage a permis d'identifier 232 individus capturés sous toutes les formes (larve, adulte et exuvie) dans la région de Djamâa et des larves, adultes dans la région d'Ouargla durant la période hiverno-printanière (de la fin du mois de février au mois du mai 2021). Les captures effectuées dans les quatre sites révèlent la présence de 17 espèces d'odonates (tab. 10). Les zygoptères (47,06%) sont représentés par une seule famille qui est Coenagrionidae

représentée par : *Coeniagrionidae* sp. ind. *Ischnura sahariensis*, *Coeriagrion tenellum*, *Pyrrhosoma nymphula*, *Coeriagrion* sp., *Enallagma deserti*, *Erythromma* sp et *Enallagma* sp. Quant aux Anisoptères (52,94 %), ils sont représentés par deux familles ; deux espèces appartiennent à Aeschnidae et qui est représentée par *Anax parthenope*, *Anax ephippiger* ; et la deuxième famille les Libellulidae est représentée par sept espèces (*Crocothemis erythraea*, *Trithemis annulata*, *Orthetrum coerulescens*, *Orthetrum chrysostigma*, *Orthetrum sabina*, *Trithemis* sp. et *Orthetrum* sp.

Trois familles sont inventoriées dans les deux régions Ouargla et Djamâa (Aeschnidae, Libellulidae et Coenagrionidae). Libellulidae est la plus riche en espèces, elle représente 52,94% de l'effectif total qui est 17 espèces.

A Ouargla, Coenagrionidae vient en première place avec 4 espèces représentant soit 57,14 % répartis entre 3 genres : *Coenagrion*, *Enallagma* et *Erythromma*. La famille restante Aeschnidae abrite une seule espèce (soit 14,28 % de l'effectif total), se définit par le genre *Anax* (tab.10).

Tableau 10 - Inventaire des Odonates dans la région d'Ouargla de février à mai 2021.

Sous-Ordres	Familles	Espèces
Zygoptera	Coenagrionidae	<i>Coeriagrion</i> sp.
		<i>Enallagma deserti</i>
		<i>Coeriagrion tenellum</i>
		<i>Erythromma</i> sp.
Anisoptera	Libellulidae	<i>Crocothemis erythraea</i>
		<i>Orthetrum</i> sp.
	Aeschnidae	<i>Anax ephippiger</i>
Totaux	3	7

A Djamâa, Coenagrionidae vient en seconde place avec 5 représentants soit 41,66 % répartis entre 4 genres ; *Ischnura*, *Pyrrhosoma*, *Enallagma* et *Ceriagrion*. Enfin, Aeschnidae ne comporte qu'une seule espèce (8,3%) du genre *Anax* (tab.11).

Tableau 11 - Inventaire des odonates dans la région de Djamâa de février à mai 2021.

Sous-Ordres	Familles	Espèces
Anisoptera	Libellulidae	<i>Crocothemis erythraea</i>
		<i>Trithemis annulata</i>
		<i>Orthetrum coerulescens</i>
		<i>Orthetrum chrysostigma</i>
		<i>Orthetrum sabina</i>
	<i>Trithemis</i> sp.	
	Aeschnidae	<i>Anax parthenope</i>
Zygoptera	Coenagrionidae	<i>Ischnura sahariensis</i>
		<i>Ceriagrion tenellum</i>
		<i>Enallagma</i> sp.
		Ceriagrionidae sp.ind.
		<i>Pyrrhosoma nymphula</i>
Totaux	3	12

IV.3.1.1. Inventaire spécifique des odonates dans les sites

Les résultats de l'inventaire des odonates dans les différents sites d'étude à travers les deux régions Djamâa et Ouargla, sont mentionnés dans le tableau 12.

La prospection à travers les sites sebkha II, sebkhat Safioune (Ouargla), drain Tiguedidine et lac Ayata (Djamâa) divulgue la présence de 17 espèces dans 238 individus (fig. 20).

A Ouargla, au site Sebkha II, 7 espèces sont repérées, elles appartiennent à trois familles, deux familles du sous-ordre d'Anisoptères (Aeschnidae, Libellulidae) et une famille du sous-ordre zygoptères (Coenagrionidae). La famille Aeschnidae contient 1 seule espèce (*Anax ephippiger*), libellulidae compte *Crocothemis erythraea* et *Orthetrum* sp. Quant à Coenagrionidae, elle est représentée par quatre espèces (*Coeriagrion* sp., *Enallagma deserti*, *Coeriagrion tenellum* et *Erythromma* sp.).

A Djamâa, le drain Tiguédidine regroupe 12 espèces soit trois familles (Aeschnidae, Libellulidae et Coenagrionidae), *Anax parthenope* est seule représentant de la famille Aeschnidae. La famille Libellulidae abrite 6 espèces (*Crocothemis erythraea*, *Trithemis annulata*, *Orthetrum coerulescens*, *Orthetrum chrysostigma*, *Orthetrum sabina* et *Trithemis* sp.). Cinq espèces composent la famille Coenagrionidae (*Ischnura sahariensis*, *Ceriagrion tenellum*, *Enallagma* sp., *Ceriagrionidae* sp.ind. et *Pyrrhosoma nymphula*). Dans le lac Ayata, 6 espèces sont trouvées, elles appartiennent à 3 familles : Aeschnidae, Libellulidae et Coenagrionidae. Une espèce d'Aeschnidae (*Anax parthenope*), 4 Libellulidae (*Crocothemis erythraea*, *Trithemis annulata*, *Orthetrum chrysostigma* et *Orthetrum sabina*) et une Coenagrionidae (*Ischnura sahariensis*) sont identifiées (tab. 12).

Tableau 12 - Inventaire des odonates dans différentes stations d'étude dans les deux régions Djamâa et Ouargla.

Stations	Région d'Ouargla		Région de Djamâa	
	Sebkha II	Sebkhat Safioune	Drain Tiguédidine	Lac Ayata
<i>Crocothemis erythraea</i>	+	+	+	+
<i>Trithemis annulata</i>	-	-	+	+
<i>Orthetrum coerulescens</i>	-	-	+	-
<i>Orthetrum chrysostigma</i>	-	-	+	+
<i>Orthetrum sabina</i>	-	-	+	+
<i>Ischnura sahariensis</i>	-	-	+	+
<i>Ceriagrion tenellum</i>	+	-	+	-
<i>Enallagma</i> sp.	-	-	+	-
<i>Ceriagrionidae</i> sp.ind.	-	-	+	-
<i>Anax parthenope</i>	-	-	+	+
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	-	-	+	-
<i>Enallagma deserti</i>	+	-	-	-
<i>Orthetrum</i> sp.	+	-	-	-
<i>Coeriagrion</i> sp.	+	-	-	-
<i>Anax ephippiger</i>	+	+	-	-
<i>Erythromma</i> sp.	+	-	-	-
<i>Trithemis</i> sp.	-	-	+	-
Totaux	7	2	12	6

+ : Présence

- : absence

Compte tenu des travaux précédents dans les mêmes régions d'études, Zahani et Hammadi (2013) comptent 22 espèces. A Ouargla, 5 espèces d'odonates recensées dans la palmeraie de l'exploitation I.T.A.S. A Djamâa 10 espèces sont décrites dans la palmeraie Chemora, et 11 espèces à la palmeraie Aïn Choucha contre 6 espèces à Chriâa. Parmi les zones humides, 13 espèces sont recensées au lac Ayata. Parmi les espèces, il y a *Anax imperator*, *Anax parthenope*, *Diplacodes lefebvrei*, *Crocothemis erythraea*, *Orthetrum chrysostigma*, *Orthetrum trinacria*, *Trithemis annulata*, *Ceriagrion tenellum f. typica*. et *Erythromma lindenii*.

Les espèces communes entre les deux études dans les deux régions Ouargla et Djamâa révèlent qu'à Ouargla, *Crocothemis erythraea* est commune. A Djamâa, 4 espèces sont signalées (*Anax parthenope*, *Orthetrum chrysostigma*, *Orthetrum sabina* et *Trithemis* sp.



Anax ephippiger ♀



Anax parthenope ♀



Ishnura sahariensis



Trithemis annulata ♂



Crocothemis erythraea ♀



Crocothemis erythraea ♀

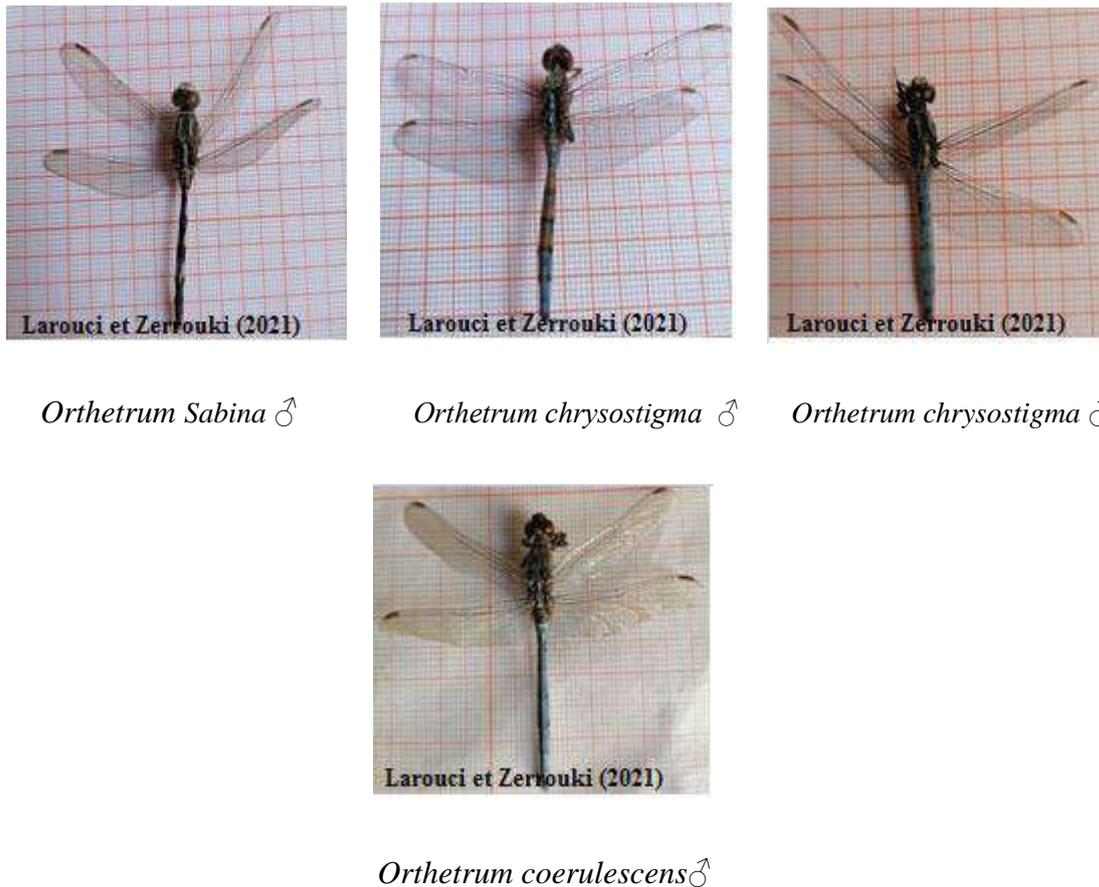


Figure 20 - Quelques espèces d'odonates adultes inventoriées dans deux régions

Djamâa et Ouargla (Original).

A Ouargla, 6 espèces sont signalées par la présente étude et non mentionnées dans celle de Hammadi et Zehani (2013), il s'agit de *Orthetrum* sp., *Coeriagrion* sp., *Enallagma deserti*, *Coeriagrion tenellum*, *Erythromma* sp et *Anax ephippiger*.

IV.3.1.2.-Taux des familles des odonates

La figure représente le taux des familles d'odonates dans les régions d'études.

Trois familles sont inventoriées dans les deux régions (*Aeschnidae*, *Libellulidae* et *Coenagrionidae*). La famille *Aeschnidae* (anisoptère) est plus fréquente dans la région Djamâa (33,33 %) qu'à Ouargla où c'est plutôt *Coenagrionidae* (Zygoptère) qui la plus abondante (57,14 %) alors qu'elle ne représente que 11,11 % à Djamâa. Par contre, la famille *Libellulidae* représente le plus fort pourcentage (55,55%) à Djamâa alors qu'elle est de 28,57 % à Ouargla.

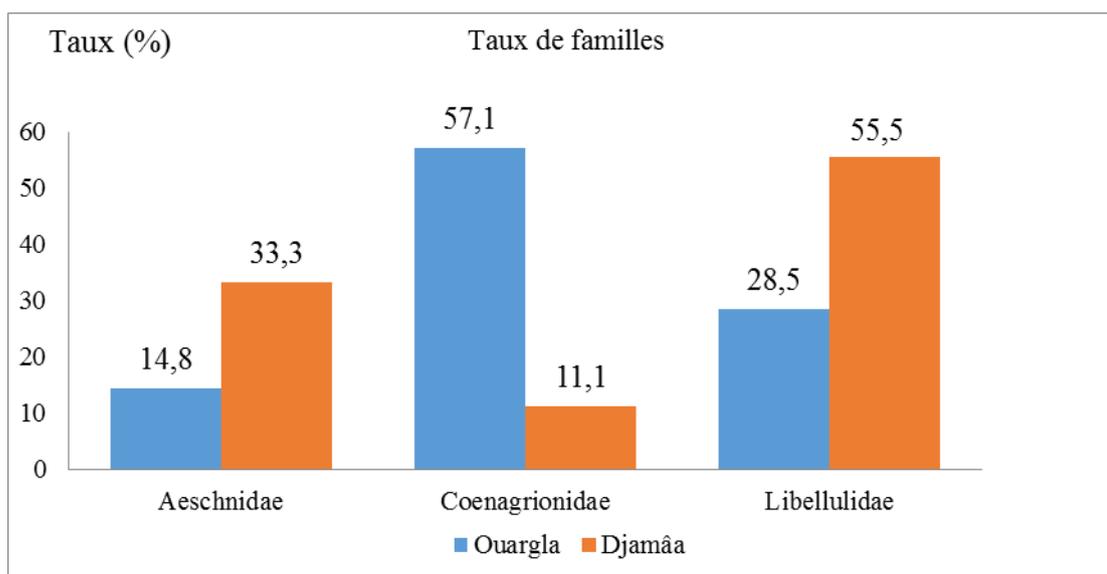


Figure 21 – Taux des familles des odonates dans les deux régions d'étude

A Ouargla, Coenagrionidae vient en avec 4 espèces représentant répartis entre 3 genres ; *Coenagrion*, *Enallagma* et *Erythromma*. A Djamâa, Coenagrionidae vient en seconde place avec 5 espèces soit 55,55 % répartis entre 4 genres ; *Ischnura*, *Pyrrhosoma*, *Enallagma* et *Ceriagrion*. La famille Aeschnidae abrite deux espèces et se définit par le genre *Anax* dans les deux régions. Selon Zahani (2013), à Ouargla le taux de Libellulidae avec 4 espèces correspond à 80 % est supérieur à celui noté à Djamâa (59,1 %). Pour la famille Coenagrionidae 7 espèces sont présentes à Djamâa (31,8%) mais absentes totalement à Ouargla. Concernant le taux des Aeschnidae, il est plus riche dans la région de Ouargla (20 %) par rapport à celle de Djamâa (9,1 %).

IV.3.1.3 - Richesse spécifique

La figure 22 représente les valeurs de la richesse totale (S) et de la richesse moyenne (Sm) et les effectifs (ni) appliquées aux peuplements des odonates.

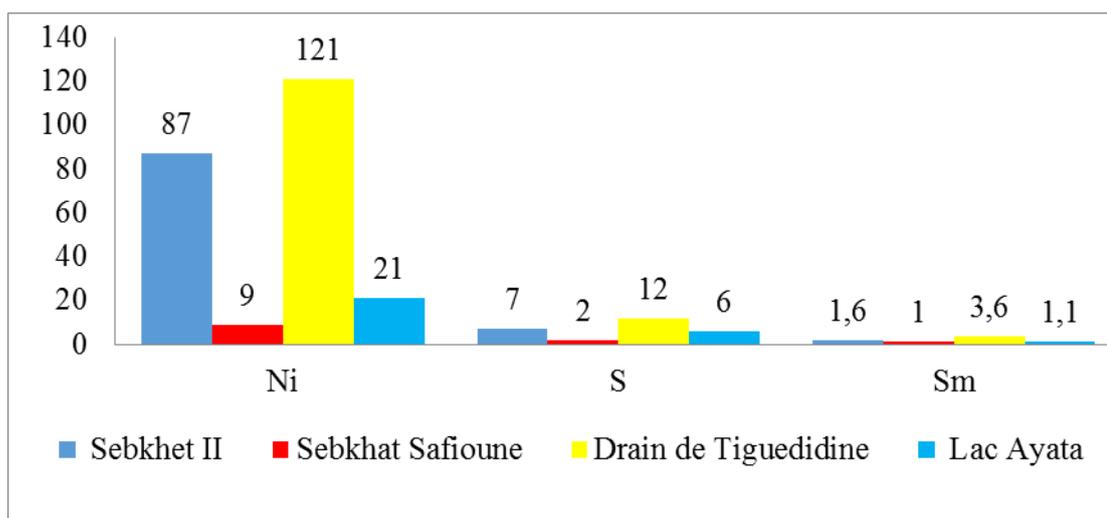


Figure 22 - Effectif, richesse totale et richesse moyenne des peuplements des odonates des sites d'étude (Ouargla et Djamaâ).

Dans les quatre sites étudiés, 238 individus d'odonates sont obtenus. L'échantillonnage a permis de dénombrer 17 espèces d'odonates. A Djamaâ, le drain Tiguedidine est le plus doté en espèces (12 espèces) et une richesse moyenne de 3,6 espèces où 121 individus sont capturés. Dans le lac Ayata, l'effectif collecté correspond à 21 individus et 6 espèces où $Sm = 1,1$ espèce. A Ouargla, le site de sebkha II, l'effectif est de 87 représentant 7 espèces soit $Sm = 1,66$ espèces. Le site Sebkhath Sefiounne abrite 2 espèces seulement (fig. 22).

La richesse spécifique ainsi que le nombre d'individus capturés sont répartis inégalement dans les deux sites à cause de plusieurs raisons: Nombre et durée des sorties, conditions climatiques au moment de l'échantillonnage et période d'échantillonnage, relief,...etc.

Hammadi et Zehani (2013) capturent au lac Ayata 13 espèces, 10 espèces dans la palmeraie Chemora, ces espèces appartiennent à 3 familles: Aeschnidae, Coenagrionidae et Libellulidae. A Ouargla, aucune espèce n'est détectée au chott Aïn El Beïda alors que dans la palmeraie de l'exploitation de ex-I.T.A.S. 5 espèces sont inventoriées (Aeschnidae et Libellulidae).

IV.3.1.4. Abondance relative

Le tableau 13 regroupe les résultats de l'abondance relative des espèces échantillonnées.

Tableau 13 - Abondances relatives dans des quatre stations d'étude (Ouargla et Djamâa) des mois (février à mai 2021).

Région	Ouargla				Djamâa			
Site	Sebkha II		Sebkhat Safioune		Drain Tiguédidine		Lac Ayata	
Espèces	Ni	AR %	Ni	AR%	Ni	AR %	Ni	AR %
<i>Crocothemis erythraea</i>	47	54,8	4	57,14	101	83,5	11	52,3
<i>Trithemis annulata</i>	0	0	0	0	4	3,3	3	14,3
<i>Orthetrum coerulescens</i>	0	0	0	0	4	3,3	0	0
<i>Orthetrum chrysostigma</i>	0	0	0	0	2	1,7	3	14,3
<i>Orthetrum sabina</i>	0	0	0	0	1	0,8	1	4,8
<i>Ischnura sahariensis</i>	0	0	0	0	1	0,8	2	9,5
<i>Ceriagrion tenellum</i>	3	3,4	0	0	1	0,8	0	0
<i>Enallagma sp.</i>	0	0	0	0	2	1,7	0	0
<i>Ceriagrionidae sp.ind.</i>	0	0	0	0	1	0,8	0	0
<i>Anax parthenope</i>	0	0	0	0	1	0,8	1	4,8
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	0	0	0	0	1	0,8	0	0
<i>Enallagma deserti</i>	4	4,6	0	0	0	0	0	0
<i>Orthetrum sp.</i>	1	1,1	0	0	0	0	0	0
<i>Coeriagrion sp.</i>	2	2,3	0	0	0	0	0	0
<i>Anax ephippiger</i>	3	2,3	3	42,85	0	0	0	0
<i>Erythromma sp.</i>	27	31,5	0	0	0	0	0	0
<i>Trithemis sp.</i>	0	0	0	0	2	1,7	0	0
17	87	100	7	100	121	100	21	100

Dans la Sebkha II, l'abondance relative de deux espèces est remarquée, il s'agit de *Crocothemis erythraea* (54,8 %) et *Erythromma sp.* (31,5 %) alors *Enallagma deserti* ne représente que 4,6 % (tab. 13). A Sebkhat Sefioune, deux espèces sont plus abondantes que les autres, il s'agit de *Crocothemis erythraea* (57,14 %) et *Anax ephippiger* (42,85 %).

Au drain Teguédidine l'espèce la plus abondante et qui domine est également *Crocothemis erythraea* (83,5 %). Les autres espèces sont faiblement abondantes telles que *Trithemis annulata* (3,8 %), *Orthetrum coerulescens* (3,8%), *Orthetrum chrysostigma* (1,7%), *Enallagma sp.* (1,7%), *Orthetrum sabina* (0,8%) et *Ischnura, sahariensis* (0,8%).

Au lac Ayata l'espèce la plus abondante étant *Crocothemis erythraea* (52,3 %). D'autres espèces sont moins abondantes *Trithemis annulata* (14,3%), *Orthetrum chrysostigma* (14,3%) alors que *Orthetrum sabina* et *Anax parthenope* affichent 4,8%.

A travers toutes les stations, *Crocothemis erythraea* est la plus fréquente parmi le peuplement des odonates. La fréquence des espèces varie d'une station à l'autre et en fonction des mois d'échantillonnage. Ces fluctuations semblent être dues aux variations des conditions microclimatiques.

Hammadi et Zahani (2013) travaillant dans le lac Ayata, déclarent qu'*Erythromma lindeny* (51,16 %) est le plus abondant tandis que *Crocothemis erythraea* vient en second.

Dans ce contexte, Baïlo Ndiaye, (2010) rappelle que l'abondance des odonates dans un milieu est liée à la qualité des eaux mais également à la végétation aquatique et terrestre environnante des masses d'eaux. Les modifications des masses d'eaux et de la végétation associée se répercutent sur la diversité et sur l'abondance des odonates.

IV.3.1.5. - Fréquence d'occurrence

Les résultats des fréquences d'occurrence des odonates capturées dans les sites d'étude sont représentés par le tableau 14.

A sebkha II, il est noté 5 espèces accidentelles (*Erythromma* sp, *Coeragrion* sp, *Orthetrum* sp, *Enallagma deserti* et *Ceriangrion tenellum*) avec le même pourcentage chacune, soit 16,7 % (tab. 14). Parmi 7 espèces d'odonates recensées, 5 espèces sont accidentelles (*Erythromma* sp, *Coeragrion* sp, *Orthetrum* sp, *Enallagma deserti* et *Ceriangrion tenellum*) soit FO=16,67 %. Seul *Anax ephippiger* est accessoire (FO = 33,3%) tandis que l'espèce régulière est *Crocothemis erythraea* (50 %).

A Sebkhat Sefioune, deux relevés effectués ne permettent pas de se prononcer par rapport à l'occurrence de *Crocothemis erythraea* et d'*Anax ephippiger*.

Cependant, dans le drain Tiguédidine, parmi 12 espèces, 3 espèces sont accessoires, il s'agit de *Trithemis annulata*, *Orthetrum coerulescens* et *Orthetrum chrysostigma* (FO = 40 %). Huit espèces sont accidentelles ayant une fréquence d'occurrence de 20 %, parmi elles figurent *Pyrrhosoma nymphula*, *Orthetrum sabina* et *Ischnura sahariensis*. La seule espèce constante s'avère être *Crocothemis erythraea* (80 %).

Au lac Ayata, 3 espèces sont accessoires (*Crocothemis erythraea*, *Trithemis annulata* et *Orthetrum chrysostigma* où FO = 25 %). Trois espèces sont accidentelles : *Anax parthenope*, *Orthetrum sabina* et *Ischnura sahariensis* avec une fréquence d'occurrence égale à 12,5%.

Tableau 14 – Fréquence d'occurrence des espèces et leurs catégories dans 3 sites de février à mai 2021.

Station Espèces	Sebkha II			Drain Tiguedidine			Lac Ayata		
	Pi	FO %	Cat.	Pi	FO %	Cat.	Pi	FO %	Cat.
<i>Crocothemis erythraea</i>	3	50	Régu.	4	80	Const	2	25	Acce.
<i>Trithemis annulata</i>	0	0	/	2	40	Acce.	2	25	Acce.
<i>Orthetrum coeruleascens</i>	0	0	/	2	40	Acce.	0	0	/
<i>Orthetrum chrysostigma</i>	0	0	/	2	40	Acce.	2	25	Acce.
<i>Orthetrum sabina</i>	0	0	/	1	20	Acci.	1	12,5	Acci.
<i>Ischnura sahariensis</i>	0	0	/	1	20	Acci.	1	12,5	Acci.
<i>Ceriagrion tenellum</i>	1	16,6	Acci.	1	20	Acci.	0	0	/
<i>Enallagma</i> sp.	0	0	/	1	20	Acci.	0	0	/
<i>Ceriagrionidae</i> sp. ind.	0	0	/	1	20	Acci.	0	0	/
<i>Anax parthenope</i>	0	0	/	1	20	Acci.	1	12,5	Acci.
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	0	0	/	1	20	Acci.	0	0	/
<i>Enallagma deserti</i>	1	16,6	Acci.	0	0	/	0	0	/
<i>Orthetrum</i> sp.	1	16,6	Acci.	0	0	/	0	0	/
<i>Coeriagrion</i> sp.	1	16,6	Acci.	0	0	/	0	0	/
<i>Anax ephippiger</i>	2	33,3	Acce.	0	0	/	0	0	/
<i>Erythromma</i> sp.	1	16,6	Acci.	0	0	/	0	0	/
<i>Trithemis</i> sp.	0	0	/	1	20	Acci.	0	0	/

Ainsi, *Crocothemis erythraea* est représenté dans les trois sites par trois catégories différentes (régulière, accessoire et constante), elle plus fréquente que toutes les autres espèces. *Anax ephippiger* apparaît sous deux catégories différentes, régulières et accessoires.

Selon Hammadi et Zehani (2013), *Orthetrum chrysostigma* est accidentel dans deux palmeraies à Djamâa, par ailleurs, il est accidentel au lac Ayata et au drain Tiguediddine. De même, *Trithemis annulata* est accessoire à accidentelle dans les palmeraies Djamâa.

IV.3.4. - Indices de diversité de Shannon-Weaver et équitabilité

Les valeurs de l'indice H' changent d'une station à l'autre, en fonction de l'abondance et du nombre d'espèces (fig. 23).

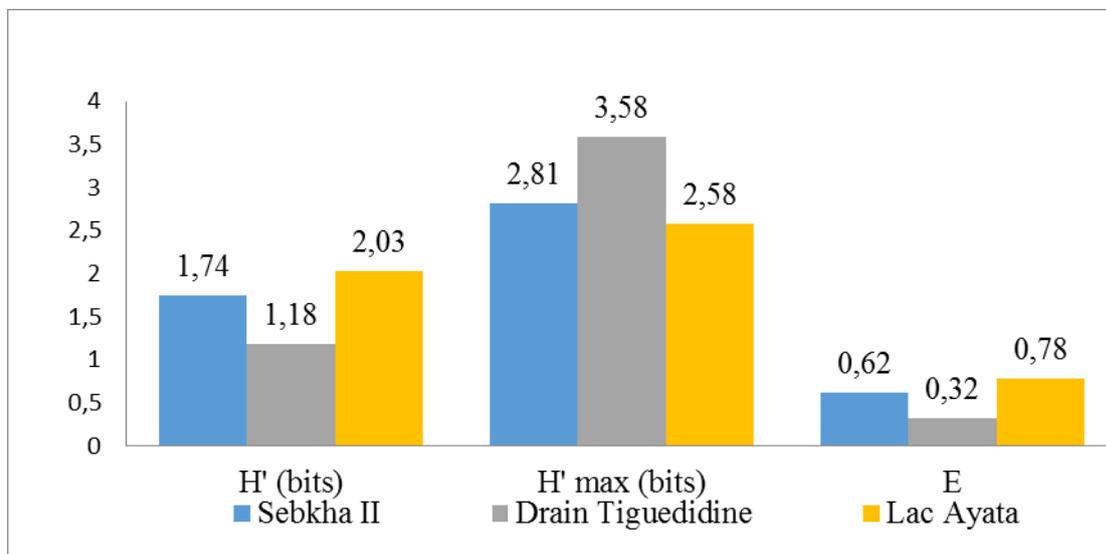


Figure 23 - Valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver, de la diversité maximale et de l'équitabilité dans trois sites (février à mai 2021).

Au lac Ayata, la valeur de H' est de 2,03 bits est considérée comme modérée; l'indice d'équitabilité tend vers 1 soit 0,78 et cela est dû au fait qu'il y a une tendance des effectifs des espèces vers un équilibre. A Sebkhah II, $H' = 1,74$ bit alors que E correspond à 0,62 indiquant que les effectifs des espèces tendent légèrement à un équilibre. Le site reste faiblement diversifié.

Au drain Tiguédidine la valeur de l'indice de diversité Shannon Weaver (H') correspond à 1,18 bit plutôt faible, malgré que ce site est le plus riche (12 espèces), ceci est dû au fait que *Crocothemis erythraea* domine par ses effectifs le peuplement des odonates limitant ainsi la diversité et provoquant un déséquilibre dans les effectifs induisant une valeur de $E = 0,32$. Par rapport aux autres sites, ceci est dû à la présence de *C.erythraea* en fort nombre face à des espèces beaucoup moins abondantes..

A Sebkhah Sefioune, le manque de relevé ne laisse pas moyen de porter une analyse objective et le recours aux mêmes indices serait à éviter.

Zinat (2020), trouve des valeurs de H' plus faibles dans le lac par rapport au drain, signifiant que ce milieu est moins diversifié. En comparaison avec le présent travail, le Lac Ayata est le milieu le plus diversifié par rapport aux autres stations.

Selon Hammadi et Zehani (2013), le lac Ayata est le plus diversifié par une valeur égale à 2,58 bits comparé à l'exploitation ex.I.T.A.S (1,64 bit), ce qui est en concordance avec les présents résultats.

La différence en diversité entre les sites peut être interprétée par les différents facteurs de chacun et par l'influence du microclimat sur le peuplement des odonates dont la diversité plus importante reflètent une forte interaction entre les espèces comme la compétition, prédation et le cannibalisme.

IV.3.1.6. Sex-ratio

Les résultats du rapport des sexes sont portés au niveau du tableau 15.

Parmi les 17 espèces inventoriées, seules 6 espèces étaient représentées par des valeurs de sex-ratio sur les 4 sites. Au lac Ayata, les captures sont d'un seul sexe pour chaque espèce.

Le rapport des sexes révèle que l'effectif capturé de *Erythroma* sp. et de *Crocothemis erythraea* est formé plus de femelle que de mâles à Sebkha II. A Sebkhat sefioune, la population d'*Anax ephippiger* est également composée de femelles que de mâles. Chez les autres espèces, ce sont les mâles qui sont plus représentés dans les effectifs collectés.

Tableau 15 - Sex-ratio chez les espèces d'odonates dans la région d'étude (février à mai 2021).

Espèces	Sebkha II	Sebkhat Sefioune	Drain Tiguedidine
<i>Crocothemis erythraea</i>	0,74	0	2,66
<i>Orthetrum coerulescens</i>	0	0	3
<i>Coeriagrion</i> sp.	1	0	0
<i>Anax ephippiger</i>	0	0,5	0
<i>Enallagma deserti</i>	3	0	0
<i>Erythroma</i> sp.	0,73	0	0

Baliteau (2004) cité par Bourega (2011), note que chez les mantes les captures permettent de recenser plus de femelles que des mâles à cause de la caractéristique du cannibalisme. De même, Chopard (1951) signale que les adultes, mâles et femelles, peuvent être capturés au

milieu d'août, à la fin du mois de novembre, le pourcentage des femelles augmente alors que celui des mâles diminue considérablement jusqu'à disparition totale parce qu'ils sont souvent mangés par les femelles dont la voracité est bien connue. Les odonates étant également des insectes prédateurs, le cannibalisme n'est pas à exclure dans certains cas, les périodes d'accouplement également.

IV.3.1.7. Indice de similarité

Le tableau 16 représente les valeurs de l'indice de similarité sur quatre sites d'étude dans les régions Ouargla et Djamâa.

Tableau 16 - Valeurs de l'indice de similarité dans les 4 stations d'études.

Stations	Sebkha II	Sebkhat Sefioune	Drain Tiguedidine	Lac Ayata
Sebkha II	/	/	17,39%	/
Sebkhat Sefioune	40%	/	12,5%	/
Drain Tiguedidine	/	/	/	40 %
Lac Ayata	13%	20%	/	/

Les valeurs de cet indice se situent entre 12,5 % et 40 %. La similarité la plus élevée est enregistrée entre le drain Tiguedidine et lac Ayata et entre Sebkha II et Sebkhat Sefioune soit 40 %. Par contre, la valeur la plus faible de cet indice est constatée entre Sebkhat Sefioune et drain Tiguedidine (12,5 %). Ces valeurs reflètent un nombre moyen d'espèces communes entre les sites pris deux à deux. L'espèce commune entre les 4 sites est *Crocothemis erythraea*. Plus la valeur de l'indice de similarité est élevée, plus les espèces présentent des exigences similaires.

Chaque site représente un nombre d'espèces différents l'un de l'autre. L'espèce commune *Crocothemis erythraea* est remarquée dans tous les sites d'études aussi bien à Ouargla qu'à Djamâa.

A Ouargla, les espèces présentes dans la Sebkha II et absentes à Sebkhat Sefioune correspondent à *Orthetrum* sp. *Coeriagrion* sp, *Enallagma deserti*, *Coeriagrion tenellum* et *Erythromma* sp. Les espèces communes entre les deux sites sont *Crocothemis erythraea* et *Anax ephippiger*.

A Djamâa, les espèces communes aux deux sites correspondent à *Anax parthenope*, *Crocothemis erythraea*, *Trithemis annulata*, *Orthetrum chrysostigma*, *Orthetrum sabina* et *Ischnura sahariensis*.

A Ouargla et Djamâa, les espèces communes entre les deux régions sont *Crocothemis erythraea* et *Ceriagrion tenellum*. Les espèces qui sont présentes dans la région d'Ouargla et absentes à Djamâa sont *Orthetrum* sp, *Coeriagrion* sp. *Enallagma deserti*, *Erythromma* sp et *Anax ephippiger*.

IV.3.2. - Inventaire des larves d'odonates

Les odonates ont une vie larvaire aquatique, elles peuvent se rencontrer dans divers habitats aquatiques et se développent très bien dans des eaux stagnantes ou courantes. A ce stade, les larves ont une coloration gris-verdâtre à brune claire permettant l'adaptation d'insectes avec leurs milieux et leur régime alimentaire.

La figure 24 représente quelques laves capturées dans les sites d'étude.

Le tableau 17 représente les larves d'odonates inventoriées avec leur richesse et abondance relative dans les deux régions durant les mois de février à mai 2021.



Crocothemis erythraea



Erythromma sp.

Figure 24 - Quelques larves capturées dans les deux régions d'étude

Les larves sont capturé seulement dans 2 sites : Sebkhâ II et drain Tiguediddine qui sont réparties en 2 familles. Deux espèces représentés dans la famille Libellulidae (*Crocothemis erythraea* et *Orthetrum* sp.) et 7 espèces Coenagrionidae (*Enallagma* sp., *Ceriagrion* sp, ind, *Pyrrhosoma nymphula*, *Enallagma deserti*, *Ceriagrion tenellum*, *Coeriagrion* sp. et *Erythromma* sp.) Par ailleurs, à Sebkhâ Safiouna et au lac Ayata aucune capture de larves n'est enregistrée; peut-être que cette absence est liée à la qualité de l'eau en particulier la salinité élevée qui n'est pas tolérée probablement. Il est possible aussi que l'emplacement des prélèvements ne soit optimale, la profondeur et les difficultés d'échantillonner étant remarquées sans omettre que la composition chimique des eaux de déversoirs éventuellement chargées en polluants.

Tableau 17 - Espèces (stade larvaire) inventoriées dans les deux régions d'étude.

Sous-Ordres	Familles	Espèces	Sebkha II		Drain Tiguédidine	
			Ni	AR%	Ni	AR%
Anisoptera	Libellulidae	<i>Crocothemis erythraea</i>	47	55,9	44	89,8
		<i>Orthetrum</i> sp.	1	1,1	/	/
Zygoptera	Coenagrionide	<i>Enallagma</i> sp.	/	/	2	4,08
		Ceriagrionidae sp, ind.	/	/	1	2,04
		<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	/	/	1	2,04
		<i>Enallagma deserti</i>	4	4,7	/	/
		<i>Ceriagrion tenellum</i>	3	3,5	1	2,04
		<i>Coeriagrion</i> sp.	2	2,3	/	/
		<i>Erythromma</i> sp.	27	32,1	/	/
Totaux	2	9	84	100	49	100

La richesse totale des larves capturées est de 6 espèces à Sebkha II et 5 espèces au drain Tiguédidine. Les larves de *Crocothemis erythraea* sont les plus capturées dans les deux sites avec un pourcentage de 89,8 % dans le drain Tiguédidine ; 55,9 % à Sebkha II (91 individus).

La présence des larves de 9 espèces et 133 individus incite à déduire que leur reproduction et leurs phases larvaires se réalisent avec succès.

IV.3.3. Inventaire des exuvies

On qualifie d'émergence la phase de développement qui consiste, pour la libellule, à la larve en imago implique de multiples transformations physiologiques et morphologiques (Jourde, 2010).

Après avoir achevé son développement, la larve sort hors de l'eau, se positionne sur la végétation ou tout autre support et s'apprête à la transformation (nymphe puis émergence). L'enveloppe de la larve se déchire au niveau de thorax, la tête sort en premier puis les pattes

et le reste du corps. La présence d'exuvies est l'indice irréfutable du succès de reproduction de l'espèce dans le milieu.

La figure 25 et le tableau 18 présentent quelques exuvies collectées au drain Tiguedidine.



Trithemis sp

Anax parthenope

Crocothemis erythraea

Figure 25 - Quelques exuvies collectées au drain Tiguedidine.

Tableau 18 - Richesse totale et abondance relatives en exuvies d'odonates dans le drain Tiguedidine.

Familles	Espèces	Ni	AR%
Libellulidae	<i>Crocothemis erythraea.</i>	33	91,67
	<i>Trithemis</i> sp.	2	5,56
Aeschnidae	<i>Anax parthenope.</i>	1	2,77
2	3	36	100

L'inventaire réalisé dans le drain Tiguedidine a permis de récolter 36 exuvies d'odonates réparties en Aeschnidae (*Anax parthenope*) et Libellulidae (*Crocothemis erythraea*, *Trithemis* sp.).

Les larves escaladent les tiges de *Phragmites communus* comme support pour l'émergence. Seule le drain Tiguedidine en est doté par rapport aux lieux de prélèvements des spécimens d'exuvie.

Dans les sites Sebkhet Sefioun et lac Ayata, il est probable que les conditions du milieu soient défavorables aux larves puisqu'aucune n'a été trouvée sous ses deux formes. Pour le Sebkha II, bien que des larves sont signalées, il se pourrait que l'assèchement trop rapide suite à des températures élevées n'ait permis l'achèvement de la phase larvaire et permettre de ce fait, l'émergence.

L'existence des exuvies du moins pour cette année, confirme le succès de la reproduction et l'autochtonie des espèces repérées au drain Tiguédidine. En effet, selon Boudot (2010) la seule observation d'adulte sur un site ne permet pas de certifier la reproduction de l'espèce sur place. Même si l'observation d'adulte immature, de comportements territoriaux ou de pontes sont des indices importants, seule l'observation d'exuvies plusieurs années de suite permet de certifier la reproduction de l'espèce.

Dans le drain Tiguédidine le phénomène d'émergence est signalé deux fois dans le mois d'avril 2021 à hauteur différents (fig. 26), Deux espèces *Crocothemis erythraea*.



Figure 26 - Phénomène d'émergence chez *C. erythraea* au drain Tiguédidine (avril 2021)

IV.3.4. Variétés des formes d'odonates.

Le tableau 19 regroupe la distribution des espèces inventoriées sous toutes leurs formes.

Parmi les dix-sept espèces inventoriées, la famille Aeschnidae n'apparaît pas sous forme de larve mais plutôt sous forme d'adulte et d'exuvie, preuve que l'espèce *Anax parthenope* se reproduit à Djamâa donc son autochtonie. Seul *Crocothemis erythraea* est présent sous les 3 formes. Trois espèces présentent des exuvies : *Crocothemis erythraea*, *Anax parthenope* et *Trithemis* sp.

Les espèces *Ceriagrionidae* sp. ind, *Pyrrhosoma nymphula*, *Enallagma deserti*, *Coeriagrion* sp et *Erythromma* sp sont présentes sous forme de larves seulement. Des espèces adultes sont *Ischnura sahariensis*, *Trithemis annulata*, *Orthetrum coerulescens*, *Orthetrum chrysostigma*, *Orthetrum sabina*, *Anax ephippiger*, *Anax parthenope*.

Zinat (2020) trouve *Trithemis annulata* sous forme d'exuvies et d'adultes. Des larves et des adultes sont repérés également chez *Ischnura sahariensis*.

Selon Dommaget (1980), les odonates sont liés par les exigences écologiques de leurs larves aux milieux aquatiques, ces biotopes, lorsqu'ils sont bien naturels, hébergent une faune et une flore généralement très riche.

Ainsi, *Anax parthenope* et *Crocothemis erythraea* sont des espèces autochtones à Djamâa.

Tableau 19 - Distribution des espèces inventoriées entre larve, exuvie et adulte dans la région d'étude durant la période de février à mai 2021.

Familles	Espèces	Larves	Exuvies	Adultes
Libellulidae	<i>Crocothemis erythraea</i>	+	+	+
	<i>Trithemis annulata</i>	-	-	+
	<i>Orthetrum coerulescens</i>	-	-	+
	<i>Orthetrum chrysostigma</i>	-	-	+
	<i>Orthetrum sabina</i>	-	-	+
	<i>Orthetrum</i> sp.	+	-	-
	<i>Trithemis</i> sp.	-	+	-
Aeschnidae	<i>Anax parthenope</i>	-	+	+
	<i>Anax ephippiger</i>	-	-	+
Coenagrionidae	<i>Ischnura sahariensis</i>	-	-	+
	<i>Ceriagrion tenellum</i>	+	-	-
	<i>Enallagma</i> sp.	+	-	-
	Ceriagrionidae sp, ind.	+	-	-
	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	+	-	-
	<i>Enallagma deserti</i>	+	-	-
	<i>Coeriagrion</i> sp.	+	-	-
	<i>Erythromma</i> sp.	+	-	-
Totaux	17	9	3	8

IV.3.5. Distribution temporelle globale

L'effet du milieu sur la distribution des espèces est souvent en rapport avec l'effet du temps. Quelques espèces se manifestent durant un mois et disparaissent durant d'autres.

Dans les deux régions et durant les quatre mois il ressort que dans le lac Ayata, toutes les espèces sont présentées et capturées au mois d'avril. Pour Sebkhah II, la plupart des espèces sont capturées en février alors que dans le drain Tiguedidine et Sebkhah Sefuone, les espèces sont capturées durant toute la période d'échantillonnage (tab. 20).

Tableau 20 - Répartition temporelle des odonates (février à mai 2021).

Espèces	Les mois			
	Février	Mars	Avril	Mai
<i>Crocothemis erythraea</i>	-	+	+	+
<i>Trithemis annulata</i>	-	-	+	+
<i>Orthetrum coerulescens</i>	-	-	+	+
<i>Orthetrum chrysostigma</i>	-	-	+	+
<i>Orthetrum sabina</i>	-	-	-	+
<i>Ischnura sahariensis</i>	-	+	+	-
<i>Ceriagrion tenellum</i>	-	+	-	-
<i>Enallagma</i> sp.	-	-	+	-
<i>Ceriagrionidae</i> sp, ind.	-	-	-	+
<i>Anax parthenope</i>	-	-	+	+
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	-	+	-	-
<i>Enallagma deserti</i>	-	-	+	-
<i>Orthetrum</i> sp.	-	-	+	-
<i>Coeriagrion</i> sp.	-	-	+	-
<i>Anax ephippiger</i>	+	-	-	-
<i>Erythromma</i> sp.	-	+	-	-
<i>Trithemis</i> sp.	-	-	-	+
Totaux	1	5	9	8

Parmi les espèces *Crocothemis erythraea* est la seule espèce omniprésente durant les 3 mois de capture, bien qu'elle soit signalée hors de cette période. Quatre espèces apparaissent sont échantillonnées au cours d'avril et mai (*Anax parthenope*, *Trithemis annulata*, *Orthetrum coerulescens* et *Orthetrum chrysostigma*). Chacune des autres espèces est repérée uniquement durant un relevé. Le mois le plus riche en espèces correspond à avril par la présence de 9 espèces ensemble.

La manifestation d'une espèce ou son absence dépend de plusieurs facteurs dont la bioécologie même de cette espèce et le climat sont les principaux éléments. Il est nécessaire de prendre en compte également que l'échantillonnage pratiqué ne soit pas infaillible.

Dans ce contexte, Zinat (2020) affirme la présence constante de *Crocothemis erythraea*, *Orthetrum trinacria*, *Orthetrum sabina* et *Trithemis annulata* durant les saisons de printemps et d'été en signalant au passage qu'au mois de mars 2020, il y a eu observation de l'espèce *Anax ephippiger* au niveau d'Ouargla et Oued Righ en phase de migration probablement.

Khineche (2016), signale qu'à Oued Righ, *Crocothemis erythraea*, *Trithemis kirbyi* sont omniprésentes par contre *Erythromma lindenii*, *Ischnura sahariensis*, *Orthetrum sabina* et *Trithemis annulata* apparaissent au printemps.

IV.3.6 .Morphométrie

Le résultat de la mensuration chez quelques espèces d'odonates d'adultes est reporté sur le tableau 21.

Durant la période d'échantillonnages on a sélectionné des espèces relativement petites comme *Ischnura sahariensis* (longueur = $2 \pm 0,2$ cm, envergure = $2,3 \pm 0,4$ cm). Par contre, L'espèce de grande taille par rapport les autres est *Anax parthenope* (longueur = 8cm, envergure = 11,5cm) (tab. 21).

Toutes ces mensurations confirment celles annoncées dans la littérature spécialisée de détermination des odonates (guide des libellules de Dijkstra, 2006). Cependant, il est à remarquer qu'*Anax parthenope* présente une longueur atteignant plus importante que celle annoncée par la littérature alors qu'*Anax ephippiger*, *Ischnura sahariensis* et *Orthetrum coerulescens* affichent des tailles légèrement moins importantes.

Tableau 21 – Mensurations chez quelques odonates adultes issus des deux sites d'étude.

Espèces	Longueur (mm)	Envergure (mm)
<i>Crocothemis erythraea</i>	39 à 40+-0,3 ☼ (36-45)	60+-0,5
<i>Trithemis annulata</i>	34 +-0,4 ☼ (32-38)	61+-0,6
<i>Orthetrum coerulescens</i>	35 ☼ (36-45)	70
<i>Orthetrum chrysostigma</i>	47 ☼ (39-48)	62
<i>Orthetrum sabina</i>	49 ☼ (43-50)	40
<i>Ischnura sahariensis</i>	20 +-0,2 ☼ (26-31)	23+-0,4
<i>Anax parthenope</i>	80 ☼ (62-75)	110,5
<i>Anax ephippiger</i>	54+-0,2 ☼ (61-70)	65

☼ Norme bibliographique

Cette constatation ouvre des voies vers d'autres pistes à la recherche de formes ou types voir même des sous-espèces adaptées aux régions prospectées.

Conclusion

Conclusion

Nous avons tenté de définir la diversité du peuplement des odonates dans quelques zones humides réparties entre dans la région de Ouargla et Djamâa. Les sites choisis sont des sebkhas, un lac et un drain. La prospection se déroule entre février et mai 2021 où filets et capture libre sont utilisés afin de collecter adultes, larves et exuvies.

La richesse spécifique correspond à 17 espèces d'odonates soit trois familles (Aeschnidae, Libellulidae, Coenagrionidae) répartis en 7 espèces à Ouargla et 12 espèces à Djamâa.

Le transect végétal laisse apparaître la physionomie du couvert où *Phragmites australis* est abondante et de ce fait, utilisée comme support pour les odonates en phase d'émergence et d'accouplement. L'eau, habitat des larves et sites de ponte est analysée, elle est généralement saline. Cependant, *Crocothemis erythraea*, *Enallagma deserti*, *Orthetrum* sp., *Coeriangrion* sp., *Erythromma* sp. arrivent à s'adapter à cette qualité physique des eaux.

Parmi les sites, le drain Tiguédidine abrite 12 espèces, il est plus riche que les autres sites (Sebkha II, Sebkhat Sefioune et Lac Ayata).

Il ressort que *Crocothemis erythraea* est l'espèce commune et la plus abondante dans les 4 sites : Sebkha II (54,8%), Sebkhat Sefioune (57,14%), drain Tiguédidine (83,5%) et lac Ayata (52,3%). Le statut de cette espèce est accessoire au lac Ayata et constant au drain Tiguédidine. Pour le reste des espèces, la catégorie accessoire et accidentelle sont les plus répandues.

Aussi bien à Djamâa qu'à Ouargla, l'indice de diversité de Shannon-Weaver est faible à modéré ne dépassant pas 2,03 bits, valeur enregistrée au lac Ayata. Les valeurs de l'équitabilité sont proches de 1 où une à deux espèces sont plus abondantes que les autres dont *Crocothemis erythraea*.

Le degré de similarité entre les 4 sites laisse apparaître que la similarité la plus élevée (40%) est entre le drain Tiguédidine et le lac Ayata (Djamâa) ainsi qu'entre Sebkha II et Sebkhat Sefioune.

Les valeurs du *sex-ratio*, appliqué à 6 espèces montrent généralement que les mâles sont plus attrapés que les femelles.

Les larves sont notées dans 2 sites (Sebkha II et drain Tiguediddine) appartenant aux Libellulidae (*Crocothemis erythraea* et *Orthetrum* sp.); Coenagrionidae (*Enallagma* sp., *Ceriagrion* sp. ind., *Pyrrhosoma nymphula*, *Enallagma deserti*, *Ceriagrion tenellum*, *Coeriagrion* sp. et *Erythromma* sp. Par contre les exuvies sont remarquées au drain Tiguediddine, elles appartiennent à *Crocothemis erythraea*, *Trithemis* sp. et *Anax parthenope*. La période d'avril connaît plus d'espèces capturées, la météorologie est un facteur qui est incriminé dans cet aspect. D'une manière générale, les mensurations des espèces concorde avec la littérature spécialisée.

L'inventaire des odonates adultes démontre que l'espèce *Anax ephippiger* capturée à Ouargla est une grande espèce migratrice originaire des régions arides. Son observation confirme que les sites qu'elle côtoie, répondent à ses exigences écologiques. Sept espèces se reproduisent très probablement dans les sites prospectés, il s'agit de *Orthetrum* sp., *Erythromma* sp., *Pyrrhosoma nymphula*, *Ceriagrion tenellum*, *Coeriagrion* sp., *Enallagma* sp. et *Enallagma deserti*. Trois espèces accomplissent certainement leurs cycles biologiques dans les sites étudiés (*Trithemis* sp., *Anax parthenope* et *Crocothemis erythrae*). Ces sites sont d'une importance majeure en termes de conservation. La pérennité de ces espèces en dépend.

Enfin, il est à recommander de poursuivre l'inventaire notamment dans les drains qui sont potentiellement riches en odonates. Il devient primordial de prendre des mesures de sauvegarde des sites abritant des espèces et offrant les conditions de reproduction, en plus d'exploiter la composante "eau" et l'impact de sa qualité sur la diversité de l'odonatofaune.

Références
bibliographiques

Références bibliographiques

1. Ababsa L., 2005 – *Aspect bioécologique de l'avifaune à Hassi Ben Abdallah et à Mekhadma de la cuvette d'Ouargla*. Thèse Magistère agro, Inst. Nati. Agr., El Harrach, 107p.
2. A.N.D.I.,(2014). – Agence Nationale de développement de l'investissement.
3. A.N.R.H., (2000) – Notes relatives à la remontée des eaux dans la cuvette d'Ouargla, 11p.
4. A.N.R.H., (2009) – Le protocole des analyses par spectrophotomètre a flamme.
5. Attab S., 2017 – *Etude comparative des odonates au niveau de la réserve de chasse de Zéralda*. Mém. Ing., biod. et dével. durable, Uni. Blida, 80p.
6. Baïlo 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.
7. Bagnouls F. et Gaussen H., 1953 - *Saison sèche et indice xérothermique*. Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse, 88 : 193-239.
9. Bechly, 1996 ;kalkman et al.,2008 ;Dijkstra et al.,2008 « Moropholiscl un tresuchangeu am Augeflgeder der rezenten libelleu und deren berucksichtigung der phytogentischen systematik und des grundplances der odonata petahna »special Volume, 2(1), 1-402.
10. Beggar H., 2006 - *la Biomasse phoeniciocole, un savoir faire local à promouvoir (cas de la région de l'oued Righ)*. Mém. Ing. Agro., Inst. Tech. Agro.Saha. KASDI Merbah, Ouargla, 126 p.
11. Ben Abdallah S., 2014 – *Inventaire et quelques aspects bioécologiquesdesfourmis associées aux cultures dans la région d'Ouargla (Cas de Bamendil)*. Mém. Mast. Scie. Agro., Kasdi - Merbah., Ouargla, 113 p.
12. Benkhelil M. L., 1991 – *Les techniques de récoltes et de piégeages utilisées en entomologie terrestre*. Ed. Off. Pub. Univ., Alger, 68 p.
13. Benkhelil M.L., 1992 – *Les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre*. Ed. Offi. Pub. Uni. Alger, 60p.
14. Bekkari et Benzaoui., 1991- *Contribution à l'étude de la faune des palmeraies de deux régions du sud-est algérien (Ouargla et Djamaâ)*.Thèse Ing .Agro. Sahar.,Inst .Tech. Agri. sahar., Ouargla, 109p .

15. Bonard & Gardel (BG). (2004) – *Etude d’assainissement des eaux résiduaires ,pluviales et d’irrigation. Mesures complémentaires de lutte contre la remontée de la nappe phréatique.* Mission on II, rapport final, 110p.
16. Boudot J. P., 2010 – Spécialités du peuplement en Odonates du nord de l’Afrique et observations récentes d’espèces remarquable (Insecta : Odonata). *J. Martinia.*, 26(1-4) : p109-122.
17. Boudot, J.-P., Grand, D., Monnerat, C., & Wildermuth, H. (2017) – *Les libellules de France, Belgique, Luxembourg & Suisse* (2e éd.). Mèze : Biotope.
18. Bouhania, R., 2005 - *Etude comparative de deux types d'engrais phosphates sur céréales à pailles (orge) dans la région d'Oued Righ.* Mém. Ing. Agr., Dép. Sci. Agr., Univ,70p.
19. Bouzegag A., 2015 - *Stationnement et écologie des Sarcelles (Anatidés) dans les zones humides de l'éco complexe de la vallée d'Oued Righ (Sahara Algérien)* . Thèse Doctorat, Université Baji Mokhtar Annaba (Algérie). 116p.
20. Breure-Scheffer J.M., 1989 - *Le monde étrange des insectes.* Ed. comptoir du livre-Crealivres. Paris. P.5.
21. Busson G. (1972) – *Principes, méthodes et résultats d'une étude stratigraphique du Mésozoïque saharien.* Thèse Paris, 464p.
22. Bybee S .2005 – Libellule et Demoiselles (insecta: ordre des odonates). *Entomologie and Nématologie*, pp.1-5.
23. Castella E., (1987) – Larval Odonata distribution as a describer of fluvial ecosystems: the Rhône and Ain Rivers, France, *Advances in Odonatology* 3, p. 23-40.
24. Chenchouni H., 2011 – *Diagnostic écologique et évaluation du patrimoine biologique du Lac Ayata (Valée de l’Oued Righ): Sahara septentrional algérien.* Mem. Magist. Biol., Univ. Kasdi merbah, Ouargla, 132p.
25. Chovanec A., Waringer J., (2001) – Ecological integrity of river-floodplains systems- assesment by dragonfly survey, *Regulated Rivers: Research and Management*, 17, 493-507.
26. Chovanec A., Waringer J., Raab R. et Laister G., (2004) – Lateral connectivity of a fragmented large river system: assessment on a macroscale by dragonfy surveys (Insecta: Odonata) », *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 14, 163-178.
27. 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 Archaeology Hydrobiology suppl*, 15(14), 169-185.
28. Clark, T. & Samways, M. (1996) « Dragonflies (Odonata) as indicators of biotope quality in Kruger National Park », *South Africa, J. Appl. Ecol.*, 33, 1001-1012.
29. Côte M.,(2002). «Méditerranée». *Revue géographique des pays méditerranés*. C.N.R.S. Cote d'Asur.17p.
30. Corbet P. S., (1999), *Dragonflies: behaviour and ecology of Odonata*, Harley, Colchester..
31. Corbet, P.S. (2004).*Dragonflies. Behavior and Ecology of Odonata*, revised edition Cornell University Press, Ithacan..
32. Craig, C.N., Reece, B.A. & McIntyre, N.E. (2008). « Nestedness in playa odonates as a function of area and surrounding land-use», *Wetlands*, 28, 995-1003.
33. Cyril, B. (2015). *Etude écologique et patrimoniale du peuplement des odonates de Corse appliquée à la conservation des espèces et des zones humides à enjeux*. Thèse de doctorat : Ecologie Environnement. Français : Université Pascal Paoli, 102p.
34. Dajoz R., 1971 - *Précis d'écologie*. Ed. Dunod., Paris, 434 p.
35. Dajoz R., 1982 - *Précis d'écologie*. Ed. Gauthier-Villars. Paris.503p.
36. Dajoz R., 1985 - *Précis d'écologie*. Ed. Dunod., Paris, 499 p.
37. D'Aguilar J., Dommanget J-L. 1998. Guide des Libellules d'Europe et d'Afrique du Nord: L'identification et la biologie de toutes les espèces, *Delachaux et Niestlé, Neuchâtel. Paris*, 1985 : 1ère édition, 463 p.
38. Deliry, C. (2019). - Demoiselles et libellules du Monde entier. Libellule [en ligne] . page de Consulté 18 /12/ 2019.<https://www.deliry.com/>.
39. Devillers J, Squilbin M, Youra S ,Sowsky C, (2009) . Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général Institut. Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement IBGE: eau à Bruxelles, 16p.
40. Dijkstra, K.-D. B., Bechly, G., Bybee, S. M., Dow, R. A., Dumont, H. J., Fleck, G., Garrison, R. W., Hämäläinen, M., Kalkman, V. J. & Karube, H. 2013 – *The classification and diversity of dragonflies and damselflies (Odonata)*. In: Zhang, Z.-Q.(Ed.) *Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness* (Addenda 2013). *Zootaxa* 3703: 36-45.
41. Dubost D., 1991 – *Ecologie, Aménagement et développement agricole des oasis Algériennes*. Thèse Doct., Univ. Geo., 812p.

42. Dubost D., 2002 - *Ecologie, Aménagement et développement agricole des oasis Algériennes*. Ed. CRSTRA 2002, BISKARA, 423p.
43. Dumont H. J., (1978) – Odonates d’Algérie, principalement du Hoggar et d’oasis du Sud, Bulletinamp; annales de la Société royale belge d’entomologie», 114,99-106.
44. Dumont H. J. (2007) – Odonata from the Mouydir Plateau (North Central Sahara, Algeria). Bulletinamp; annales de la Société royale belge d’entomologie, 143, 164-168.
45. Faurie C., Ferra C., Medori P. et Devaux J., 2003 – *Ecologie –approche scientifique*. Ed. Tec et doc, Paris, 399p.
46. Foucault et Raoult., 2003. – *Dictionnaire de Géologie*. 5ème édition. DUNOD MASSON SCIENCE. Paris 100p.
47. Grand D. et Boudot J.-P., 2006 – *Les Libellules de France, Belgique et Luxembourg*. Editions Biotope, Mèze, (Collection Parthénope), 480p.
48. Guezi R., 2016 - *L'ichtyofaune de l'Oued Righ: Biologie et dynamique de l'Acara Rouge Hemichromis bimaculatus (Gill, 1862) et de l'Aphanius de Corse Aphanius fasciatus (Nardo, 1827)*.Thèse. Doct. Aquic. Dép. Bio., Univ.Ouargla,111p.
49. Hadjaidji-Bensegier F., 2002 - *Contribution à l'étude de l'avifaune nicheuse des palmeraies de la cuvette d'Ouargla*. Thèse Magi., Inst Nat. Agro, EL .Harrach, 187p.
50. Halilat M. T., 1998.- *Etude expérimentale de sable additionné d'argile, compartiment physique et organisation en condition salines et sodiques*. thèse de doctorat d'état, inst.nati.rech.agro. (INRA),Paris-grignon.,223p.
51. Hammadi Z. et Zehani A., 2013 – *Contribution à la caractérisation écologique des odonates (Insecta) dans quelques milieux (Djamâa et Ouargla)*.Mém. Ing. Spéc. Eco. Env., Uni. Ouargla, 141p.
52. Houhamdi M.; Bensaci T.; Noudjem Y.; Bouzgap A.; Saheb M.; Samraoui B., 2008 - *Eco-éthologie du flamant rose (phoenicopterus roseus) hivernant dans les oasis de la vallée de l'Oued righ (Sahara algérien), laboratoire de recherche des zones humides, Université d'Annaba (Algérie), Dép. Bio., Univ. 8 mai 1945, Guelma (Algérie). pp20, 21.*

- 53.** Indermuehle N., Angelibert S., Oertli B., (2008) – Indice de Biodiversité des Etangs et Mares(.IBEM). Un outil pour l'évaluation biologique des étangs et mares. Manuel d'utilisation, école d'ingénieurs de Lullier (eil), Hes•so, Genève, 33 p.
- 54.** Jourde P., 2005 - *Les libellules de Charente-Maritime*. Ed. Annales de la soci. Scie. Natu. Charente-Maritime, 143p.
- 55.** Jourde P., 2010 – Les odonates biologique et écologie. 1ère partie. *Insectes*. N°157(2): p 03-08.
- 56.** Khineche N., 2016 – *Diversité du peuplement d'odonates dans deux régions sahariennes (Ouargla et Touggourt)*. Mém. Master, Scie. Envi., Uni. Ouargla, 71p.
- 57.** Kalkman, V. J. Dingemanse, N. J., (2008) – Changing temperature regimes have advanced the phenology of Odonata in the Netherlands. *Ecological Entomology*, 33(3), 394-402. doi: 10.1111/j.1365-2311.2007.00982.x
- 58.** Keddem S. et Taabli H.,2017 - *Influence de la lithologie sur la composition chimique des eaux de la nappe du Mio-Pliocène dans la région de Djamâa*. Mém. Master. Scie.Terre., Uni. Ouargla,53p.
- 59.** Khelifa, R. (2017) – Partial bivoltinism and emergence patterns in the North African endemic damselfly *Calopteryx exul* : Conservation implications. *African Journal of Ecology*, 55(2), 145-151.
- 60.** Khineche N., 2016 – *Diversité du peuplement d'odonates dans deux régions sahariennes (Ouargla et Touggourt)*. Mém. Master, Scie. Envi., Uni. Ouargla, 71p.
- 61.** Khouda S. et Hammou M., 2006 - *Inventaire floristique dans les palmeraies d'Oued Righ, cas de Touggourt et Djamâa*. Mém. Ing. Eco., Dép. Bio., Univ. KASDI Merbah, Ouargla, 89p.
- 62.** Kolbe H.J., (1885) – Beitrag zur Kenntniss der Pseudoneuroptera Algeriens und der Ostpyrenäen, *Berliner entomologische Zeitschrift*, 29, p. 151-157.
- 63.** Koull N. et Halilat M.T ., 2012. - Effets de la matière organique sur les propriétés physiques et chimiques des sols sableux de la région d'Ouargla (Algérie). *Étude et Gestion des Sols*, Volume 23, 2016 – p 9 - 19.

64. Koull N., 2015 – *Etude phytoécologique spatiotemporelle des zones humides du Nord-est du Sahara septentrional Algérien (Région de Ouargla et de l'Oued Righ)*. Thèse de Doctora, Sci. Agro., Uni. Ouargla, 165p.
65. Labar S., (2003), – *Contribution à l'identification des aires inondables et qualité physico-chimiques des eaux stagnantes temporaires dans la vallée de la Mafrag (extrême Nord Est algérien)*, thèse de magister en hydrochimie, département de géologie, Université Badji Mokhtar, Annaba, 111 p.
66. Lamouille-Hébert, M. (2020) - Atlas des Odonates de Haute-Savoie. 53 p.
67. Leperre M., 1989 - *Faune du Sahara_ poissons, Amphibiens, Reptiles*. Ed Lechevalier-Chabaud, Paris, Vol. 1: 332p.
68. Leperre M., 1990 - *Faune du Sahara_ mammifères*. Ed. Lechevalier-Chabaud, Paris, Vol.2, 359P.
69. Lee Foote, A., Rice Hornung, C.L. (2005) - Odonates as biological indicators of grazing effects on Canadian prairie wetlands», *Ecol. Entom.*, 30 , 273-283.
70. Legrand, J. 2001– *Ordre des Odonates. Biodiversité et biotypologie des eaux continentales de Madagascar*, Institut de Recherche pour le Développement, CNRE, LRSAE, pp.113-130.
71. Le roi O., (1915) – *Odonaten aus der algerischen Sahara von der Reise von Freiherrn H. Geyr von Schweppenburg. Mit einer Übersicht der nordafrikanischen Odonaten-Fauna*, *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, p. 609-634.
72. Martin R., (1901), – *Les odonates en Algérie au mois de mai*, *La Feuille des Jeunes Naturalistes*, Paris, 31, p. 249 250.
73. Martin R., 1910 – Contribution à l'étude de Neuroptères de l'Afrique. II. Les odonates du département Constantine. *Ann. Soc. Entomol. Fr.*, 79: 82-104.
74. McPeck, M.A.(2008) – Ecological factors limiting the distributions and abundances of odonata, In: Cordoba.Aguilar,A (2008). *Dragonflies and damselflies. Model organisms for ecological and evolutionary research*. Oxford University Press.Oxford, UK.51-62.

- 75.** Mertabet S., 2011 - *Etude comparative de deux systèmes aquatiques dans le Sahara septentrional (Chott Merouane et Ain El Beida), environnement et signes de dégradation.* Thèse Mag. Eco., Dép. Bio., Univ. Ouargla.
- 76.** Merlet, f. Itrac- B. 2016. Aborder la gestion conservatoire en faveur des Odonates. *Guide technique.* p96.
- 77.** Moore W.N., (Compiler)1997 – Status Survey and Conservation Action Plan for Dragonflies, IUCN. Gland, Switzerland.
- 78.** Mordji D, 1988 – *Etude faunistique dans la réserve naturelle du Mont Babor.* Mém. Ing. Agro., Inst. Nat. Agro., El Harrach, 100p.
- 79.** Morton K.J., (1905) – Odonata collected by Miss M. Fontaine in Algeria, with description of a new species of *Ischnura*, *The Entomologist's Monthly Magazine* (Series 2), 16, p. 146-149.
- 80.** Nielsen C., (1956) – Odonati del Sahara Nord Occidentale, *Revue française d'entomologie*, 23, p. 191-195.
- 81.** Oertli B., Auderset-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 issue vol. 15, (6)*, p. 665-680.
- 82.** Oertli B.,1994. *La plain inondable de la Saone :les Odonates adultes.*LEBA,Université de Genève.28pp.
- 83.** Ozenda P., 1991 – *Flore du Sahara*, 3ème Edition. CNRS, Paris. 662p.
- 84.** Ozenda P., 1983 - *Flore du Sahara.* Ed. Centre nati. rech. sci. (C.N.R.S.), Paris, 622p.
- 85.** Precigout, L., Prud'homme, E., Jourde, P., ET Comte, F., 2009. *Libellule de poitoucharente.* 2009.161p.
- 86.** Quezel P. et Santa S. 1962 - *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales.* Ed. Centre nati. rech. sci. (C.N.R.S.), Paris, T.I, 565p.
- 87.** Ramade F., 1984 - *Elément d'écologie. Ecologie fondamentale.* Ed. Dunod, Paris, 397p.

- 88.** Ramade F., 1984 - *Elément d'écologie. Ecologie fondamentale*. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, T.VII, 216p.
- 89.** Ramade F., 2003 - *Elément d'écologie*. 3ème éd. Dunod, Paris, 690p.
- 90.** Ramsar (2005) - Fiche descriptive sur les zones humides.
- 91.** 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. Bulletin de la Société des sciences naturelles du Maroc, 32,77- 89.
- 92.** Riservato, E., Boudot, J.P., Ferreira, S., Jovic, M., Kalkman, V.J., Schneider, W., Samraoui, B., Cuttelod, A. (2009) – *The status and distribution of dragonflies of the Mediterranean Basin*. IUCN. Gland, Switzerland and Malaga, Espagne : UICN. VIII + 34 pp.
- 93.** Rodier. J. & Coll. 2005.- *L'analyse de l'eau*, 8ème édition, Paris : Dunod, 138p.
- 94.** Rouvillois-brigol M., 1975 - *Le pays d'Ouargla (Sahara algérien : Variations et organisation d'un espace rural en milieu désertique*. Publications du Département de géographie de l'Université de Paris-Sorbonne, 389 p.
- 95.** Schmidt E., (1985) –Habitat inventarization, characterization and bioindication by a “representative spectrum of Odonata Species (RSO)”, *Odonatologica*, 14, p. 127-133.
- 96.** Selys-Longchamps (DE) E., (1849), Libellulinae, in P.H. Lucas (ed.), – *Exploration scientifique de l'Algérie. Zoologie 2, Histoire naturelle des animaux articulés, Part. 3, Insectes*. Paris, p. 110-140.
- 97.** Selys-Longchamps (DE) E., (1865) – *Odonates de l'Algérie (Libellula de Linné)*, Bulletin de l'Académie d'Hippone, 1, p. 31-34.
- 98.** Selys-Longchamps (DE) E., (1866) – *Additions aux odonates de l'Algérie*, Bulletin de l'Académie d'Hippone, 2, p. 40-41.
- 99.** Selys-Longchamps (DE) E., (1871) – *Nouvelle révision des odonates de l'Algérie*, Bulletin & annales de la Société royale belge d'entomologie, 14, p. 9-20.
- 100.** Selys-Longchamps (DE) E., (1902) – *Odonates d'Algérie*. Recueillis en 1898 par M. le Professeur Lameere, Bulletin & annales de la Société royale belge d'entomologie, 46, p. 430-431.

- 101.** Ternois V., 2003 - *Pays de Soullains à la découverte des libellules*. 1^{ère} éd. Le Réveil de Marne la Epernay, P 02 – 07.
- 102.** Toutain G., 1979 - *élément d'agronomie saharienne de la recherche au développement*. Ed. Imp. Jouve, Paris, 276p.
- 103.** Woodall, P. F. (1995) – Notes on the habitat, flying speed and behaviour of *Austrophlebia costalis* ,(Tillyard) (Odonata: Aeshnidae) in Brisbane Forest Park, Queensland. *Australian Entomologist*, 22(2), 33-36.
- 104.** Zinat H., 2020 - *Diversité des Odonates dans une région saharienne (Cas de la région de Touggourt)*. Mém. Master. Eco., Dépa. Bio., Uni. Ouargla, 63p.
- 105.** Zobeidi A., 2005 – *Bioécologie de trois espèces de sautereaux dans la cuvette d’Ouargla Régime alimentaire*. Mém. Ing. Eco., Dépa. Bio., Uni. Ouargla, 75p.

Diversité du peuplement des Odonates dans les zones humides de deux régions sahariennes : Ouargla et Djamâa.

Résumé : Le peuplement des odonates inventorié à Ouargla et Djamâa (Sahara nord-est algérien) sur 4 zones humides (Sebkhat Sefioune, Sebkha II, drain Tiguédidine et Lac Ayata) de février à mai 2021. Une richesse spécifique de 17 espèces (9 Anisoptera, 8 Zygoptera) est notée. Les Anisoptères sont plus abondantes (2 Aeschnidae, 7 Libellulidae) que les zygoptères (8 Coenagrionidae). Le drain Tiguédidine comporte la richesse la plus importante (S=12). La diversité au lac Ayata est modérée (H'=2,03 bits). *Crocothemis erythraea* est le plus abondant et représente l'espèce commune entre les sites et les régions d'étude. La similarité la plus élevée est entre drain Tiguédidine et le lac Ayata (40%). L'inventaire des exuvies qui indique la présence de *Crocothemis erythraea*, *Trithemis* sp. et *Anax parthenope* se reproduisant dans le drain Tiguédidine. Sept autres espèces sont d'un statut probable de reproduction (*Orthetrum* sp. *Erythromma* sp. *Pyrrhosoma nymphula*, *Ceriagrion tenellum*, *Coeriagrion* sp. *Enallagma* sp. et *Enallagma deserti*). Une conservation des sites de reproduction est une étape incontournable pour sauvegarder la diversité des odonates.

Mots clés : Diversité, odonates, drain, lac, sebkha, Sahara.

Diversity of the Odonata population in the wetlands of two Saharan regions: Ouargla and Djamâa.

Abstract : The odonate population inventoried in Ouargla and Djamâa (north-eastern Algerian Sahara) on 4 wetlands (Sebkhat Sefioune, Sebkha II, Tiguédidine drain and Ayata Lake) from February to May 2021. A specific richness of 17 species (9 Anisoptera, 8 Zygoptera) is noted. Anisoptera are more abundant (2 Aeschnidae, 7 Libellulidae) than Zygoptera (8 Coenagrionidae). Tiguédidine Drain has the highest richness (S=12). Diversity at Ayata Lake is moderate (H'=2.03 bits). *Crocothemis erythraea* is the most abundant and represents the common species between sites and study areas. The highest similarity is between Tiguédidine Drain and Ayata Lake (40%). The exuviae inventory indicates the presence of *Crocothemis erythraea*, *Trithemis* sp. and *Anax parthenope* breeding in Tiguédidine Drain. Seven other species are of probable breeding status (*Orthetrum* sp. *Erythromma* sp. *Pyrrhosoma nymphula*, *Ceriagrion tenellum*, *Coeriagrion* sp. *Enallagma* sp. and *Enallagma deserti*). Conservation of breeding sites is an essential step to safeguard the diversity of odonates.

Key words: Diversity, odonates, drain, lake, sebkha, Sahara.

ملخص: تنوع مجتمع اليعاسيب في المناطق الرطبة لمنطقتين صحراويتين: ورقلة وجامعة.

تم جرد مجتمع اليعاسيب في ورقلة وجامعة (شمال شرق الصحراء الجزائرية) في 4 مناطق رطبة (سبخة سفيون ، سبخة 2 ، صرف تقديدين ، وبحيرة عياطة) من فبراير إلى مايو 2021. وقد اصطدنا 17 نوعاً (9 Anisoptera, 8 Zygoptera) . Anisoptera أكثر وفرة (2 Aeschnidae ، 7 Libellulidae) من Zygoptera (8 Coenagrionidae). يتمتع صرف تقديدين بأنه أكثر وفرة (S=12). التنوع في بحيرة عياطة معتدل (H'=2.03 bit). *Crocothemis erythraea* هو الأكثر وفرة ويمثل الأنواع الشائعة بين المواقع ومناطق الدراسة. أعلى تشابه هو بين مصرف تقديدين و بحيرة عياطة (40%). جرد الشرنقات الذي يشير إلى وجود *Crocothemis erythraea* ، *Trithemis* sp. و *Anax parthenope* يتكاثران في صرف تقديدين . هناك سبعة أنواع أخرى من المحتمل أن يكون لها حالة تكاثر (*Orthetrum* sp. *Erythromma* sp. *Pyrrhosoma nymphula* ، *Ceriagrion tenellum* ، *Coeriagrion* sp. *Enallagma* sp. and *Enallagma deserti*). يعد الحفاظ على مواقع التكاثر خطوة أساسية في حماية تنوع اليعاسيب.

الكلمات المفتاحية: تنوع ، اليعاسيب ، صرف، بحيرة ، سبخة ، صحراء .