

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Mouloud Mammeri De TIZI-OUZOU
Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques

Département de Biologie



Mémoire



De fin d'étude

*En vue de l'obtention du diplôme de Master
En Sciences de la Nature et de la Vie
Option : Biodiversité et Environnement*

Thème

***La biodiversité des Odonates du sous bassin
versant de l'oued Aïssi et leur rôle dans la
bioindication***

Présenté par : ALLICHE Faiza et BEN BACHA Thinhinane

Soutenu le : 04 Novembre 2020

Devant le jury d'examen composé de :

Mme CHAOUCHI-TALMATS N.	Maitre de conférence A à l'UMMTO	Présidente
Mme SADOUDI-ALI AHMED D.	Professeur à l'UMMTO	Promoteur
Mme DJENNADI-AIT TALEB L	Doctorante à l'UMMTO	Co-promoteur
Mlle MALLIL K.	Maitre assistante A à l'UMMTO	Examinatrice

Promotion: 2019/2020

Remerciements

Avant tout, nous remercions DIEU le tout puissant pour nous avoir donné la force et le courage d'accomplir ce modeste travail.

Au terme de ce travail, toute notre gratitude à Madame SADOURI-ALI AHMED D. , Professeur à l'U.M.M.T.O d'avoir accepté de nous encadrer ainsi que pour ses précieux conseils, ses critiques constructives et son suivi durant la période de la réalisation de notre travail.

Nos vifs remerciements vont à notre co-promotrice Madame DJENNADI-AIT TALEB L. , Doctorante à l'U.M.M.T.O pour ses corrections, ses conseils et critiques constructives, ses encouragements et son aide tout au long de nos recherches ainsi que pour sa disponibilité durant toute la période de la réalisation de notre travail sur terrain et au laboratoire.

Nous exprimons notre profonde reconnaissance à Madame CHAOUCHI-TALMATS N. , Maître de conférence A à l'U.M.M.T.O d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.

Nous tenons à remercier aussi Madame MALLIL K. , Maître assistance A à l'U.M.M.T.O pour l'intérêt qu'elle a porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et d'apporter des critiques constructives concernant ce manuscrit.

Nos remerciements les plus sincères s'adressent également à Monsieur LAMINE S. Doctorant à l'U.M.M.T.O pour tout le temps qu'il a consacré pour nous.

Nous tenons à remercier également Monsieur BEN SIDHOM Pour son accompagnement et ses orientations sur le terrain.

Nous tenons également à remercier toute l'équipe du laboratoire PSEMRVC, notamment madame Oulraf L ; et l'ingénieure du laboratoire pour leur gentillesse et leurs encouragements.

Il nous est agréable d'exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à tous ceux ou celles, qui par leur aide, leurs conseils et leurs encouragements, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.




Dédicaces

*On dédie ce travail à ceux qui nous sont chers :
À nos parents, vous représentez le symbole de la bonté
par excellence, la source de tendresse, de patience et de
générosité...*

*Ce qu'on est aujourd'hui est le fruit de toute leur vie
de dur labeur
À nos familles ;*

*Aux personnes qui ont contribué à ce travail de près
ou de loin, qui
nous ont toujours aidé et encouragé, qui ont été
toujours à nos côtés, et qui nous ont accompagné
durant ce chemin d'études,
nos aimables amies, camarades, merci de votre
présence, soutien et de m'avoir encouragé.*



Liste des figures et des tableaux

Liste des figures

N° de la figure	Titre de la figure	N° de page
N°01	Anisoptère (Photo originale)	3
N°02	Zygoptère (Photo originale)	4
N°03	Morphologie d'un imago male (Dessin Poignant, 2017)	4
N°04	Morphologie de la larve de zygoptère (Robert , 1963)	5
N°05	Morphologie de la larve d'anisoptère(Robert, 1963)	6
N°06	Cycle de vie des Odonates (anonyme)	6
N°07	Les odonates dans la chaine trophique (Robert, 1963).	8
N°08	Prédation de libellule (Zebsa,2016)	8
N°09	Situation géographique de la région d'étude (Lounaci,2005)	11
N°10	Précipitations moyennes mensuelles (P) de la région de Tizi-Ouzou (2012 – 2019).	13
N°11	Températures mensuelles moyennes de l'air en °C (maximales, minimales et moyenne) de la région de Tizi-Ouzou (2012/2019)	14
N°12	Diagramme ombrothermique de la région de Tizi-Ouzou (période 2012-2019)	15
N°13	Emplacement des stations	16
N°14	Station D1	16
N°15	Station D2	16
N°16	Station D3	16
N°17	Station L1	17
N°18	Station L2	17
N°19	Station L3	18
N°20	Station RC	18
N°21	Station O1	18
N°22	Station OA	19
N°23	Larve échantillonnée	24
N°24	Exuvie sur un végétal	25
N°25	tri des spécimens récoltés	25
N°26	Identification des spécimens	25
N°27	Pourcentage des familles d'Odonates dans la région d'étude.	29
N°28	Distribution altitudinale de l'Odonatofaune dans les sites étudiés	34
N°29	Richesse spécifique des Odonates dans les stations étudiées.	37
N°30	Abondance relative des Odonates récoltées dans les stations étudiées.	39
N°31	Occurrence relative des Odonates récoltées dans les stations étudiées.	40

Liste des figures et des tableaux

N°32	Évolution des indices de Shannon et Weaver (H') et d'Equitabilité (E) dans les stations d'étude.	42
-------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Liste des tableaux

N° de Tab	Titre du tableau	N° de page
N° I	Nombre d'espèces endémiques d'Afrique du Nord et nombre total au sein de chaque (Chelli, 2019)	9
N° II	Liste des espèces d'odonates recensées dans les deux milieux	28
N° III	Répartition des espèces Odonatologiques dans les stations d'étude	31
N° IV	Indice de Shannon-Weaver et d'Equitabilité	41

Sommaire

Liste des figures et des tableaux

Introduction.....1

Chapitre I : synthèse bibliographique

1. Généralités.....	3
1.1. Description et étymologie des odonates	3
2. Systématique	3
2.1. Classification	3
2.1.1. Les Anisoptères.....	3
2.1.2. Les Zygoptères.....	4
2.1.3. Les anisozygoptères	4
3. Description morphologique e des Odonates.....	4
3.1. Morphologie des adultes	4
3.2. La morphologie des larves	5
4. Biologie des Odonates	6
5. Écologie des odonates	7
5.1. Habitat et adaptation.....	7
5.2. Les Odonates dans la chaine trophique	7
5.3. Influence des facteurs du milieu sur les odonates	8
5.3.1. Menaces et facteurs limitant d'origine abiotique.....	8
5.3.2. Menaces et facteurs limitant d'origine biotique.....	8
5.4. Écosystème des odonates.....	9
5.4.1. Diversité et endémisme.....	9
6 . Les Odonates et la bioindication	10

Chapitre II : Site d'étude

1. Caractéristiques générales des cours d'eau et des stations d'étude	11
1. 1. Localisation de la région d'étude	11
1. 2. Contexte géologique	12
1. 3. Climatologie	12
1.3. 1. Précipitations.....	12
1. 3. 2. Température de l'air	13
1.3. 3. Synthèse climatique	14
2. Description générale des cours d'eau	15
2.1.Assif El-Djemââ	16
2.2. Assif Larbaâ.....	17
2.3.Assif Ouadhias.....	18
2.4.Oued Aissi	19
3. Les paramètres environnementaux	19
3.1. Caractéristiques physiques des stations	19
3. 1.1. Altitude	19
3. 1.2. Pente.....	20
3. 1.3. Débit et vitesse du courant	20
3. 1.4. Substrat	20
3. 1.5. Température de l'eau	20
3. 1.6. Couvert végétal	21
3. 2. Perturbations anthropiques	21

Chapitre III : Matériel méthodes

1. Matériels et méthodes.....	23
1. 1. Type et période d'étude.....	23
1. 2. Matériel utilisé sur le terrain.....	23
1. 3. Matériel utilisé au laboratoire	23

1. 4. Méthodologie de travail.....	24
4 .4 .1. Méthode de prospection sur le terrain.....	24
4 .4 .2. Méthodologie adoptée au laboratoire.....	25
5. Analyse de la structure de la faune récoltée.....	26
5. 1. Richesse spécifique.....	26
5. 2. Abondance relative.....	26
5. 3. Occurrence relative.....	26
5. 4. Indices de diversité spécifique.....	27

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Analyse globale de l’Odonatofaune	28
2. Distribution de l’Odonatofaune du sous bassin versant de l’oued Aissi.....	29
2.1. Distribution altitudinale de l’Odonatofaune du sous bassin versant de l’oued Aissi	33
3 . Richesse spécifique	36
5 . Abondance et Occurrence relatives des espèces	39
6 . Indices de diversité spécifique	41
Conclusion	43

Annexe

Glossaire

Résumé



INTRODUCTION



Introduction

Les Odonates sont l'un des premiers insectes ailés développés au Permien (Kalkman *et al.*, 2008). Actuellement, 5740 espèces d'Odonates connues dans diverses niches écologiques à travers le monde (Subramanian, 2009). A l'instar des autres groupes taxonomiques étudiés sur les milieux aquatiques, ces insectes, comme prédateur et proie, jouent un rôle fonctionnel très important dans l'équilibre de ces écosystèmes. Ils sont considérés comme des indicateurs écologiques et constituent un taxon qui reflète l'état biotique ou/et abiotique d'un environnement (Satha et Samraoui, 2017).

Les études écologiques sur les Odonates ont permis une avancée des connaissances, quant à leurs exigences écologiques notamment dans la sélection de l'habitat dont les plus importantes sont l'hétérogénéité des habitats, les caractéristiques hydrologiques et l'ensoleillement (Merlet et Itrac-Bruneau, 2016).

Ces prédateurs qui tiennent une place importante dans la chaîne trophique peuvent, en effet, être considérés comme de bons bio- indicateurs de la dégradation de ces écosystèmes. Un bon bio-indicateur doit avoir des exigences écologiques très spécifiques afin qu'on puisse faire un lien direct entre sa présence ou son absence et une particularité environnementale.

Leur présence est donc un indice sûr de la richesse faunistique des eaux douces (Aguilar & Domanget, 1998). Ces populations sont, en effet, sujettes à de grandes variations d'effectifs selon les milieux, les années et les conditions climatiques, ce qui implique des études pluriannuelles si l'on veut mener à bien une réflexion approfondie sur les Odonates et leur potentiel indicateur.

Ces dernières décennies, le nord d'Algérie a reçu une attention particulière de la part des Odonatologues et naturalistes, ce qui a aidé à mieux faire connaître la biologie et la distribution des Odonates dans ce vaste territoire. La première synthèse générale sur les Odonates d'Algérie a été réalisée par Samraoui et Menai (1999). Ces auteurs citent alors 53 espèces auxquelles 10 autres taxons supposés authentiques sont ajoutés à partir d'informations historiques qui ont permis de porter à 63 le nombre total des espèces connues d'Algérie. Mais la majorité de ces études Odonatologiques se sont concentrées sur la Numidie, située au nord-est du pays.

En Grande Kabylie, qui représente notre région d'étude, la faune Odonatologique n'a jamais fait l'objet d'un échantillonnage systématique auparavant.

Le présent travail aussi infime qu'il soit est un complément sur la faune Odonatologique algérienne et sera la première contribution qui vise à lever le voile sur l'odonatofaune des

Introduction

écosystèmes aquatiques qu'abrite la Grande Kabylie, principalement le sous bassin versant d'Oued-Aissi.

L'objectif principal visé par ce travail préliminaire est axé sur la caractérisation de la communauté d'odonate, selon un gradient altitudinal dans le réseau hydrographique de l'oued Aissi dans la perspective est à déduire le rôle fonctionnel que jouent ces sites pour ce groupe d'insecte.

L'ensemble de ce travail se compose de quatre chapitres :

- Le premier chapitre est une synthèse bibliographique sur les Odonates.
- Le second chapitre résume les caractéristiques générales de la région d'étude : (géographie, géologie, climatologie, végétation et perturbations anthropiques) et la description des sites d'études,
- Le troisième chapitre traite les méthodes et techniques de travail sur terrain et au laboratoire ainsi les différents indices écologiques utilisés pour caractériser la faune odonatologique.
- Le quatrième chapitre fait référence aux résultats obtenus et à leur discussion générale.
- Une conclusion clôturera le travail assorti de quelques perspectives.



CHAPITRE I :
SYNTHÈSE
BIBLIOGRAPHIQUE



1. Généralités

1.1. Description et étymologie des odonates

Le terme Odonate fait référence « aux mâchoires dentées » des individus, le nom libellule dérivé des mots latins libellula et libellus, signifiant « petit livre », rappelle la position des ailes tenues fermées comme les pages d'un livre (Ternois, 2003).

En Algérie, au Nord-Est algérien, on leur donne deux noms : « Coptères » qui fait allusion à l'hélicoptère et « Chouatanes » qui signifie les diables. Au Sud, les odonates ont d'autres appellations telle que « Semsoumia » et « Djarad El-Maghreb » (Baaloudi, 2017).

2. Systématique

Selon la classification de Linné (1758), les odonates sont classées comme suit :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous Embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Pterygota

Ordre : Odonata

2.1. Classification

L'Ordre Odonata est subdivisé en en trois sous-ordre bien connus :

2. 1. 1. Les Anisoptères

Ce sous-ordre renferme des espèces fortes et trapues, ayant les ailes antérieures et postérieures toujours dissemblables (les ailes antérieures sont plus étroites que les postérieures), ailes toujours écartées du corps, vol puissant (Aguilar et *al.*, 1985) (**Fig. 1**).



Figure 1 : Anisoptère (Photo originale)

2.1.2. Les Zygoptères

Il s'agit d'espèces fines et grêles, ayant des ailes postérieures et antérieures de forme identique, celles-ci sont souvent nettement pédonculées à leur base. Les yeux sont largement séparés et un vol peu soutenu. Les ailes sont généralement jointes au-dessus de l'abdomen. (Aguilar et Dommanget, 1998) (**Fig.2**).



Figure 2 : Zygoptère (Photo originale)

2.1.3. Les anisozygoptères (n'existe pas en Europe et en Afrique du nord)

Ce sont des espèces intermédiaires, ayant un vol rapide et puissant. Elles sont dotées d'yeux et d'ailes proches des zygoptères, alors que le reste de leur corps est semblable à celui des anisoptères (Aguesse, 1964).

3. Description morphologique des Odonates

3.1. Morphologie des adultes

Comme tous les insectes, le corps est divisé en trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen. Chez les libellules, le corps est formé d'anneaux, tous distincts à l'origine, mais qui se fusionnent plus ou moins au cours de la croissance (**Fig.3**).

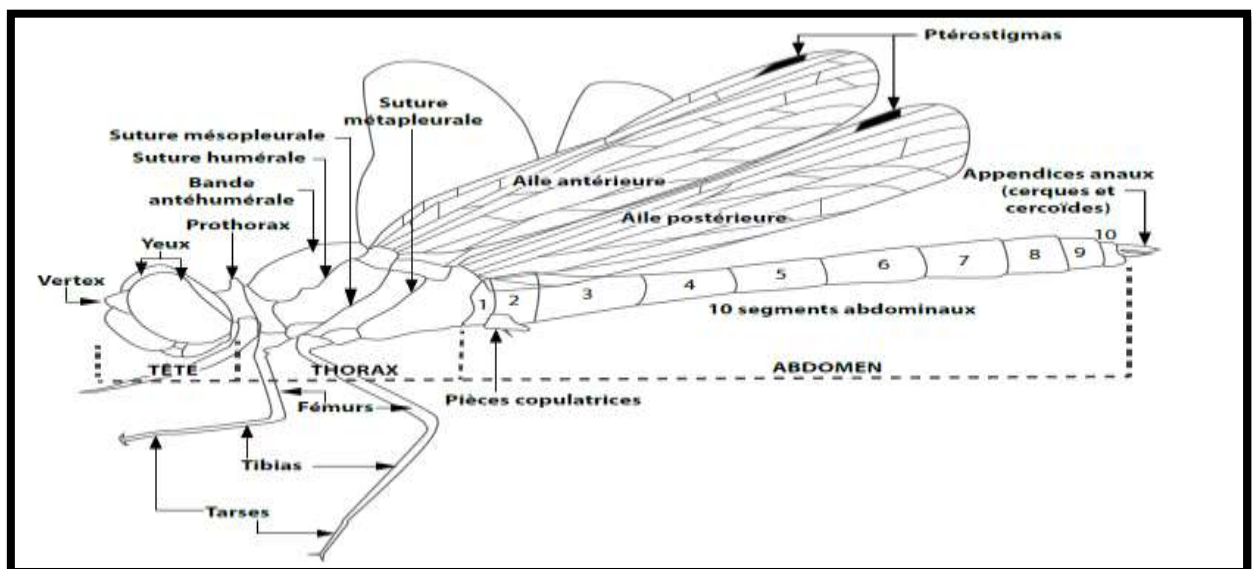


Figure 3 : Morphologie d'un imago mâle (Dessin Poignant, 2017)

3.1.1. La tête

La tête porte des yeux de taille importante, séparés chez les Zygoptères et une famille d'Anisoptères les (Gomphides). Chez tous les autres Anisoptères les yeux occupent la moitié de la tête et ont deux antennes fines implantées entre le vertex et le front (Testard, 1981).

3.1.2. Le thorax

La portion à laquelle sont rattachées les pattes antérieures forme le prothorax. Le reste du thorax, appelé synthorax, formé du mésothorax et du métathorax sur lesquels se trouvent les ailes rejetées en arrière par rapport aux pattes (Aguesse, 1968).

3.1.3. L'abdomen

Constitué de dix segments. Il peut être de forme variable, plus ou moins cylindrique ou aplati, épaissi ou rétréci à certains segments, et présente très souvent des motifs colorés permettant d'identifier les espèces d'odonates. Il est d'une grande flexibilité, ce qui permet l'accouplement (Testard, 1981).

3.2. La morphologie des larves

La forme générale des larves est très allongée chez les Zygoptères, tandis qu'elle est courte et élargie chez les Anisoptères (**Fig.4 et 5**). Le dessous de la tête est couvert presque totalement par le labium spécialisé pour la capture des proies.

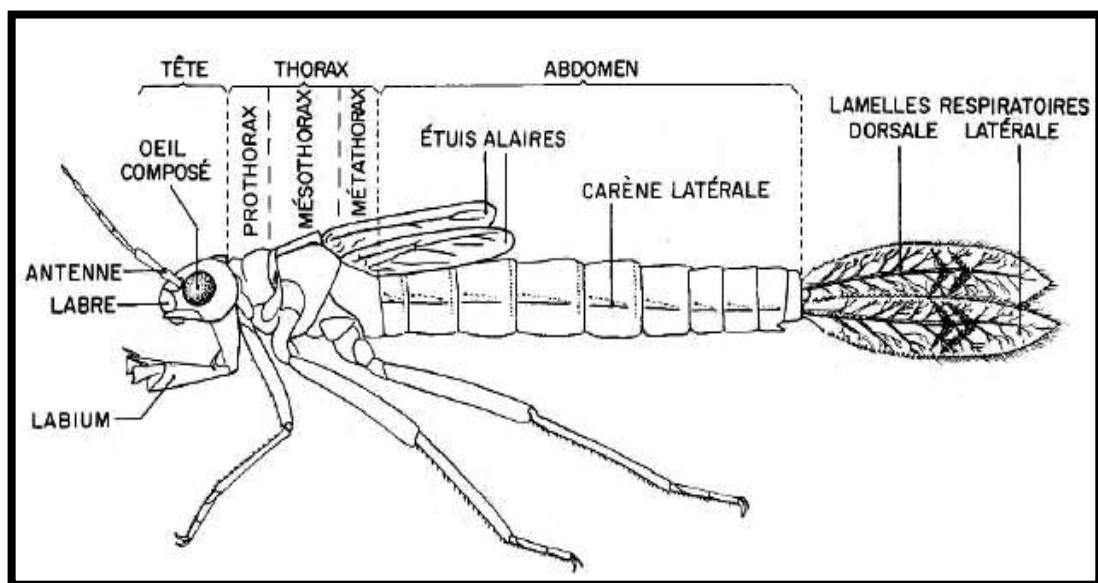


Figure. 4 : Morphologie de la larve de zygoptère (Robert , 1963)

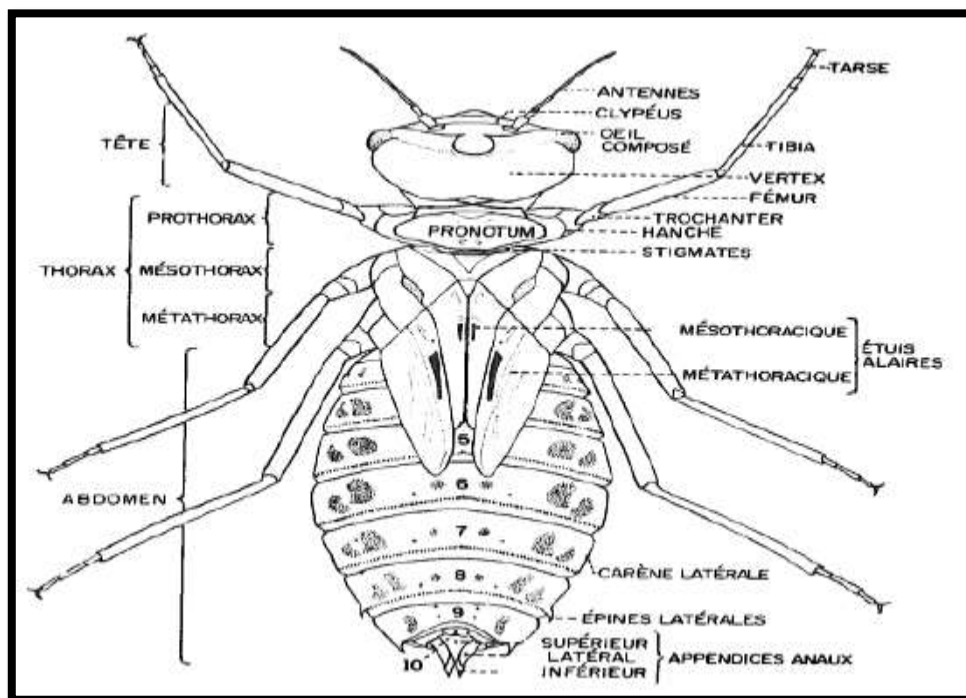


Figure.5 : Morphologie de la larve d'anisoptère (Robert, 1963)

4 . Biologie des Odonates

Le développement des Odonates est de type hétérométabole (pas de stade immobile entre la larve et l'adulte) ou hémimétabole (la larve et l'adulte vivent dans des milieux différents) (Poignant, 2017). Le cycle de vie des odonates passe par trois stades que sont : l'œuf, la larve et l'imago (adulte) (Fig.6).

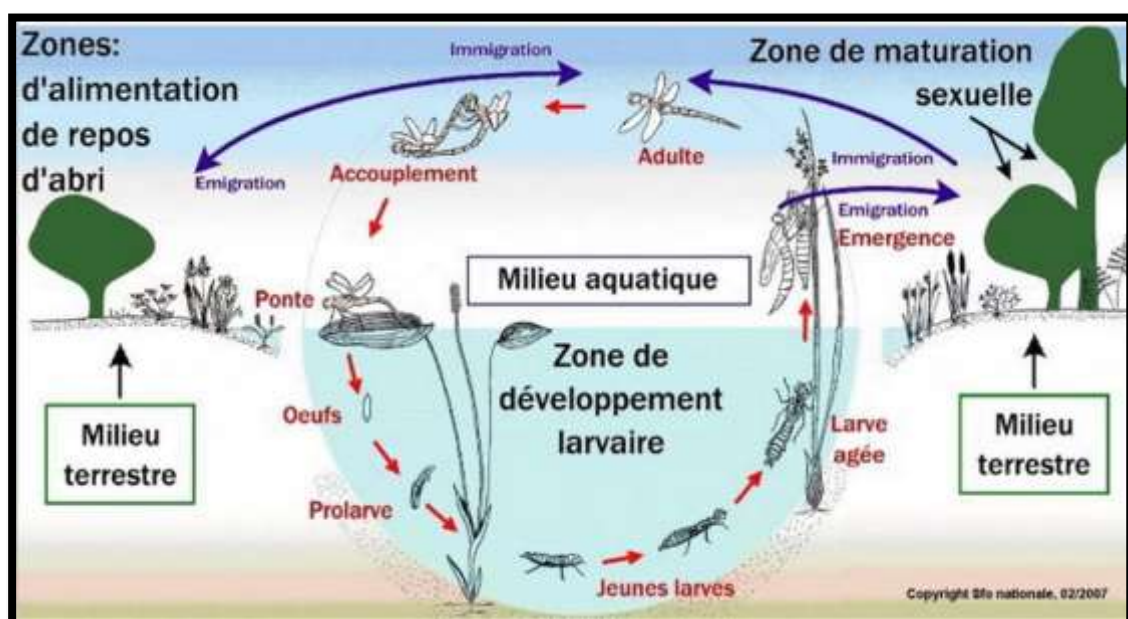


Figure 6 : Cycle de vie des Odonates (Anonyme)

La vie de la libellule débute dans l'oeuf. Après le développement embryonnaire, éclot une larve primaire ou prolarve quasiment immobile qui va rapidement muer pour se transformer en larve mobile. Animal aquatique, elle nage et respire à l'aide de branchies. Après une lente métamorphose interne, elle sortira de l'eau pour effectuer leur métamorphose sur un support émergé (pierre, végétation...). Une fois son corps et ses ailes déployés, l'imago prend son envol, laissant derrière lui son ancienne enveloppe, appelée exuvie (Grand & Boudot, 2006). Ensuite il passe par une phase de maturation sexuelle plus ou moins longue avant de retourner sur un site de reproduction en quête d'un partenaire sexuel où l'accouplement commence soit par une poursuite de la femelle ou une parade nuptiale (Zebsa,2016).

5 . Écologie des odonates

5 . 1. Habitat et adaptation

Les odonates sont liés, par les exigences du développement larvaire, au domaine aquatique où l'on a coutume de les rencontrer. Or ce domaine a des caractéristiques assez variées, entraînant une certaine adaptation écologique des espèces (Bouchelaghem,2008).

Certaines espèces d'odonates sont adaptées aux eaux vives et suroxygénées, d'autres aux eaux stagnantes et eutrophes des marais. Certaines espèces font preuve d'une grande plasticité écologique et peuvent à la fois se reproduire dans des cours d'eau et étangs (Poitou, 2009).

Les odonates après émergence, se regroupent dans les prairies de bois et les clairières des forêts situées dans les alentours de l'eau. Les imagos de certaines espèces, notamment de grande taille et bons voiliers, s'observent en milieu parfois éloigné des eaux pour atteindre leur stade mûre (Corbet et *al*, 2006).

5 . 2. Les Odonates dans la chaine trophique

Les odonates constituent une part non négligeable des équilibres trophiques (**Fig.7**). Comme prédateurs, ils régulent une partie de l'entomofaune des zones humides. Les larves sont carnassières et extrêmement voraces, s'adressent à des proies vivantes peu mobiles, le plus souvent de taille inférieure à la leur (Rober,1963).

Les libellules adultes sont strictement carnivores, dès leur envol, elles recherchent une proie comme les Trichoptères, les Ephémères et surtout les Diptères. Certains adultes ayant une grande taille peuvent se servir des zygoptères comme nutrition (Baaloudi,2017).



Figure 7 : Les odonates dans la chaîne trophique (A- adultes / B- larves) (Robert, 1963).

5. 3. Influence des facteurs du milieu sur les odonates

Les causes de régression des odonates sont multiples. L'aménagement des berges des rivières, l'exploitation des bancs de graviers, l'eutrophisation des plans d'eau, le piétinement des lits et berges des cours d'eau, le drainage, la gestion piscicole intensive... Dans certains cas, la présence d'espèces patrimoniales a été favorisée par des actions passées ou présentes de l'Homme. Mais, pour certaines espèces, l'arrêt de ces pratiques peut conduire parfois à la fragilisation des populations voire à leur disparition (Ternois, 2011).

5. 3. 1. Menaces et facteurs limitant d'origine abiotique

3. 1. 1. Climat

Le climat joue un rôle décisif dans la survie des libellules. Durant les vagues de froid, certains sites de développement larvaires peuvent geler et une sécheresse durable peut dessécher de nombreux sites de reproduction des odonates. Durant l'émergence, le vent, la pluie et la grêle peuvent totalement décimer la cohorte d'une journée (Corbet, 1999 ; Grand,2001).

5. 3. 2. Menaces et facteurs limitant d'origine biotique

3. 2. 1. Prédation

La liste des prédateurs d'Odonate est très longue (**Fig.8**), sont pris comme des proies par d'autres animaux le plus souvent les oiseaux et les araignées, canard d'eau douce, et d'autres insectes (Zebesa,2016).



Figure 8 : Prédation de libellule (Zebesa,2016)

3. 2. 2. Le parasitisme

Les libellules sont souvent parasitées par des « mites d'eau » qui s'agglomèrent sous le thorax ou l'abdomen. Les minuscules sphères rouges sont visibles à l'oeil nu. Présentes en grande quantité, elles peuvent diminuer la longévité de leur hôte (Jourde, 2010).

5. 4. Écosystème des odonates

5. 4. 1. Diversité et endémisme

Les odonates peuplent chaque continent à l'exception de l'Antarctique. Par contre, la répartition de beaucoup de familles de libellules est réduite et certaines sont extrêmement limitées, on parle alors d'espèces endémiques (Bouchelaghem, 2008).

Les travaux de Samraoui & Menai, (1999), Samraoui & Corbet (2000), Riservato *et al.* (2009) et puis celles de Garcia *et al.* (2010), ont attribué à l'Algérie le premier rôle en Afrique du Nord en termes de richesse spécifique, avec 63 Odonates, sur un total de 83 connues en Afrique du Nord, Le (Tab. I) ci-dessous indique l'ensemble des espèces présentes en Afrique du Nord, ainsi que le nombre d'espèces endémiques de chaque famille d'Odonates :

Tableau I : Nombre d'espèces endémiques d'Afrique du Nord et nombre total au sein de chaque famille d'Odonates (Chelli, 2019).

sous-ordre	Famille	Nombre d'espèces	Nombre d'espèces endémique
Zygoptera	Calopterygidae	3	1
	Lestidae	6	1
	Coenagrionidae	24	2
	Platycnemididae	2	1
Anisoptera	Aeshnidae	8	0
	Gomphidae	8	1
	Cordulegastridae	2	1
	Macromiidae	1	0
	Corduliidae	2	0
	Libellulidae	27	0
Total- Odonata		83	7

6 . Les Odonates et la bioindication

Les bioindicateurs ou indicateurs écologiques sont des taxons ou des groupes d'animaux qui montrent des signes qu'ils sont atteints sous la pression environnementale en raison des activités humaines (Satha,2017).

D'après Yorick 2011, pour qu'un genre puisse être utilisé comme bioindicateur il faut qu'il soit facile à surveiller et à manipuler, son histoire de vie est connue, le ou les taxons sont largement distribués dans différents types d'habitats et parmi eux un nombre réduit sont des spécialistes, ayant une identification et observation relativement aisées et exigeant des compétences disponibles.

Les odonates ont été surnommées les « gardiennes du bassin versant » car leurs communautés ont des besoins complexes en ce qui concerne leur habitat, leur abondance et leur diversité qui reflètent la santé et la stabilité d'un environnement. Elles sont de bons bio indicateurs et leur présence est un indice sûr de la richesse faunique des eaux douces. De ce fait les odonates sont particulièrement vulnérables aux changements de leurs environnement (Satha & Semraoui, 2017).

À leur stade adulte, elles sont sensibles à la structure de l'habitat, ce qui fait d'elles des sentinelles fiables des perturbations fluviales. Tandis que, leur amphibie les a amenées à être des bio-indicateurs utiles des écosystèmes terrestres et d'eau douce (Claustnitzer et *al* , 2002).

De plus, les libellules sont pratiques à utiliser en bio-indication car :

- Leur biologie et leur biogéographie sont bien connues
- Vu leur sensibilité vis-à-vis de toutes sortes de pollution, elles permettent de dresser un premier aperçu de la qualité et de la structure des habitats aquatiques.
- Elles figurent parmi les insectes les plus populaires et charismatiques, ce qui d'une part, en font des ambassadrices influentes pour la conservation des milieux d'eau douce et, d'autre part, permet de sensibiliser davantage les non-spécialistes.
- Leur répartition peut être cartographiée avec l'aide de bénévoles, ce qui facilite l'accès à une quantité d'informations sans précédent (Samraoui et *al.*, 2010).
- Elles peuvent mettre en évidence l'intérêt de certains micro habitats difficilement évalués (Benchalel et Samraoui 2012).



CHAPITRE II :
SITES D'ÉTUDE



Pour mener une étude écologique sur tout être vivant, y compris les Odonates, l'étude du milieu s'avère inéluctable pour connaître leur mode de vie, leur attitude et leur habitat. Ce chapitre met en évidence toutes les caractéristiques de la région d'étude, en donnant un aperçu sur la situation géographique avec une approche climatique et une brève description des sites d'étude.

1. Caractéristiques générales des cours d'eau et des stations d'étude

1. 1. Localisation de la région d'étude

La Grande Kabylie représente notre région d'étude. Elle est localisée au centre Nord de l'Algérie à une centaine de km à l'Est de la capitale d'Alger et à moins de cinquante km au Sud du littoral méditerranéen (**Fig.9**). Elle est comprise entre $3^{\circ}35'$ et $5^{\circ}05'$ de longitude Est et entre $36^{\circ}22'$ et $36^{\circ}55'$ de latitude Nord et s'étend depuis les sommets du massif du Djurdjura jusqu'à la vallée du Sébaou.

Notre intérêt s'est porté sur l'un de ses principaux réseaux hydrographiques « l'oued Aïssi » qui draine l'ensemble des écoulements du flanc Nord de la dorsale médiane du Djurdjura depuis la main du Juif, Ath-Djemââ et Thala guillef.

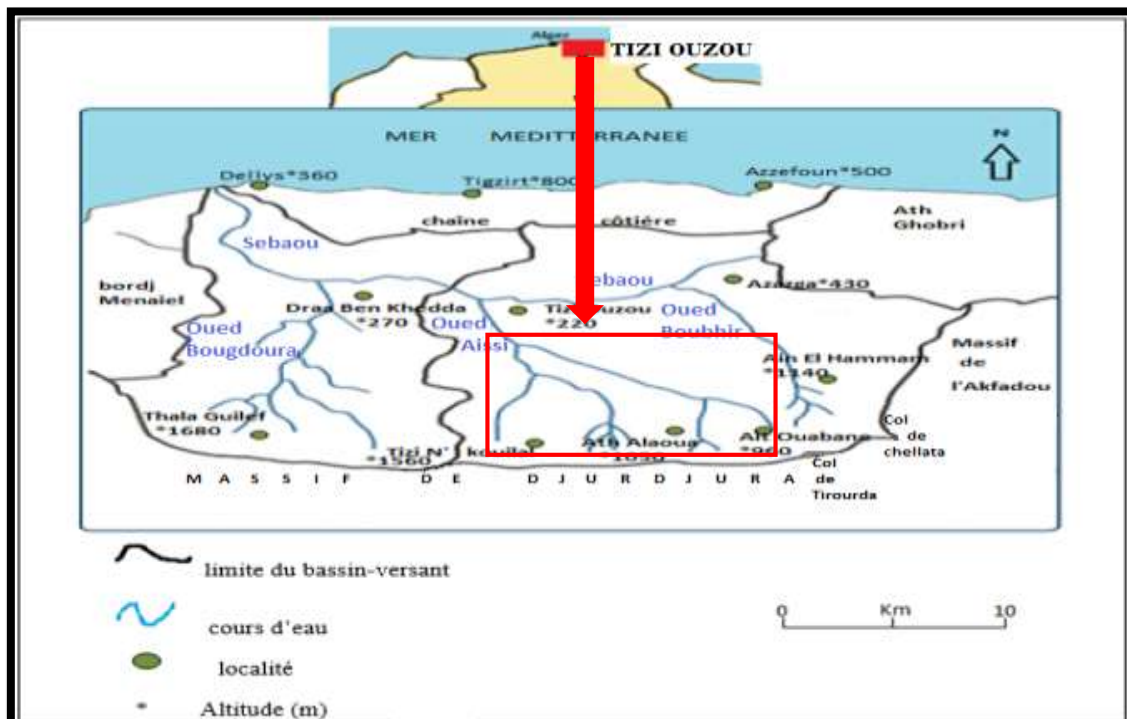


Figure 9 : Situation géographique de la région d'étude (Lounaci,2005).

1. 2. Contexte géologique

La Kabylie du Djurdjura a fait l'objet de plusieurs études géologiques (Flandrain, 1952 ; Thiebault, 19952 ; Gelard, 1979 ; Yakoub, 1996). Les grandes unités morpho-structurales qui constituent la géologie de la région d'étude sont les suivantes :

- **La dorsale calcaire du Djurdjura** : appelée aussi chaîne calcaire (Durand, 1996), elle est formée essentiellement de calcaire secondaire. À ce niveau, il existe un réseau Hydrographique souterrain qui canalise un volume d'eau important donnant lieu souvent à des sources permanentes qui alimentent les affluents de l'oued Sebou (Flandrin, 1952).
- **Le socle Kabyle** : il est représenté par diverses formations cristallophylliennes : les Schistes, les Micaschistes, les gneiss, les granites et les pegmatites. De par sa topographie, le socle Kabyle favorise la convergence des eaux de pluies vers les principaux affluents de l'oued Sébaou (Yakoub, 1996).
- **Les dépressions sédimentaires** : elles correspondent à d'étroites vallées intra montagneuses (Haouchine, 2011).

1. 3. Climatologie

Le climat est un facteur principal qui agit directement sur le contrôle et la distribution des êtres vivants et la dynamique des écosystèmes (Dajoz, 2006).

La Kabylie du Djurdjura se situant au Nord de l'Afrique et en Méditerranée occidentale, se trouve sous l'influence du climat méditerranéen. Celui-ci est caractérisé par un été chaud et sec et un hiver froid et humide avec des précipitations torrentielles à grandes irrégularités interannuelles (Abdeselem, 1995).

1. 3. 1. Précipitations

En Algérie, la pluviométrie est sous l'influence de facteurs géographiques : l'altitude, la latitude, la longitude et l'exposition (Yasri-Cheboubi, 2018).

Compénétré par les différents facteurs géomorphologiques précédemment cités, la Kabylie du Djurdjura est l'une des régions les plus soudoyées en Algérie, vu que 10% de sa superficie se trouve au-dessus de 800 m d'altitude, ce qui lui permet d'encaisser des précipitations sous forme neigeuse et pluvieuse (Lounaci, 2005).

Le manque de données dû à l'absence d'un réseau météorologique dans la région d'étude, nous a contraint à utiliser les données de la station météorologie de Tizi-Ouzou, aussi bien pour les précipitations que pour la température. En annexe1, nous avons reporté les précipitations et les températures moyennes mensuelles enregistrées à Tizi-Ouzou pendant la période allant de 2012 à 2019.

Sur la base de données recueillies auprès de la station météorologie de Tizi-Ouzou, les précipitations moyennes annuelles dans la région de Tizi-Ouzou sont de l'ordre de 818,45 mm pour la période (2012 - 2019). Le mois de janvier est le plus pluvieux avec une précipitation moyenne de l'ordre de 140, 02 mm, en revanche, le mois de juillet est le plus sec avec des précipitations moyenne d'ordre de 2, 6 mm (**Fig 10**).

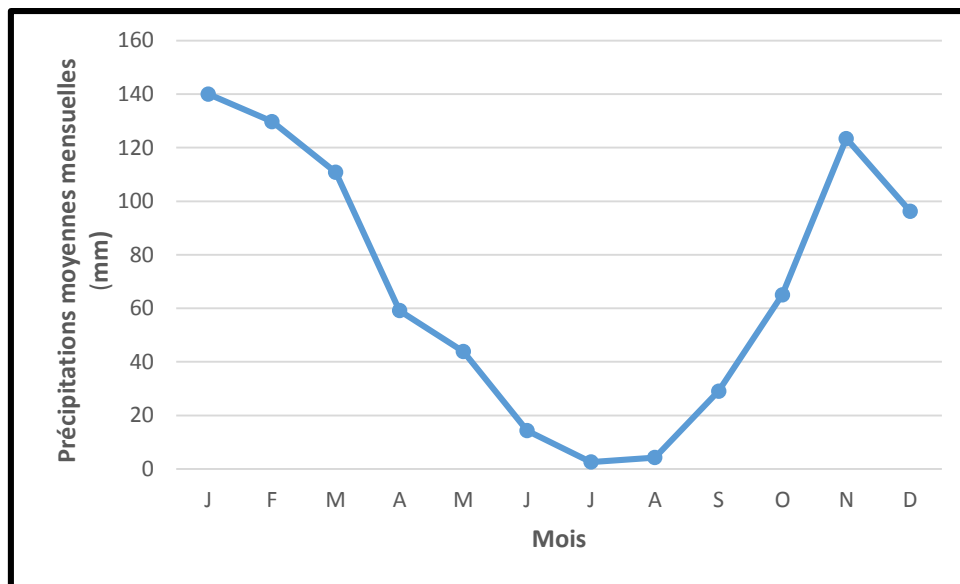


Figure 10 : Précipitations moyennes mensuelles (P) de la région de Tizi-Ouzou (2012 – 2019).

1. 3. 2. Température de l'air

La température est un facteur énergétique et écologique très important dans le contrôle de l'ensemble des activités métaboliques, en conditionnant la répartition de la totalité des êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 2003).

Il ressort de la (**Fig, 11**) que juillet et août sont les mois les plus chauds avec des températures moyennes respectives de 28.17 à 28.33 C°. Les mois de décembre, janvier et février sont les mois les plus froids avec des températures moyennes respectives de 10.55 et 11.81 C°.

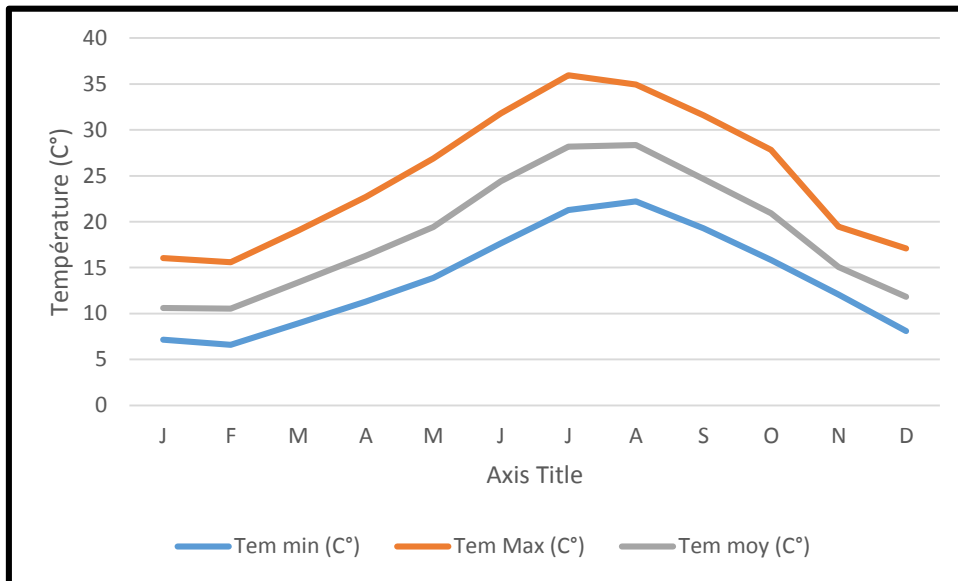


Figure 11: Températures mensuelles moyennes de l'air en °C (maximales, minimales et moyennes) de Tizi-Ouzou (période 2012-2019).

1.3. 3. Synthèse climatique

Cette synthèse consiste à déterminer la période sèche et la période humide par le biais de nombreux indices et diagrammes permettant de synthétiser les types climatiques.

Les plus connus sont basés sur les deux facteurs, température et pluviométrie, notamment :

- **Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen : indice xerothermique.**

Qui est un mode de représentation classique du climat d'une région puisqu'il met en évidence les régimes thermiques et pluviométriques d'un site donné (Dajoz, 2000).

La sécheresse est incrustée lorsque la courbe des précipitations chevauche avec celle des températures et passe en dessous. Ainsi, le diagramme établi avec les données de la période (2012-2019) dans la région de Tizi-Ouzou, évoque l'existence de deux période humides ; l'une s'étale de Janvier à mi-Mars et l'autre de mi-October à Décembre, et une période sèche qui s'étire de mi-Mars jusqu'à la mi-October (**Fig.12**).

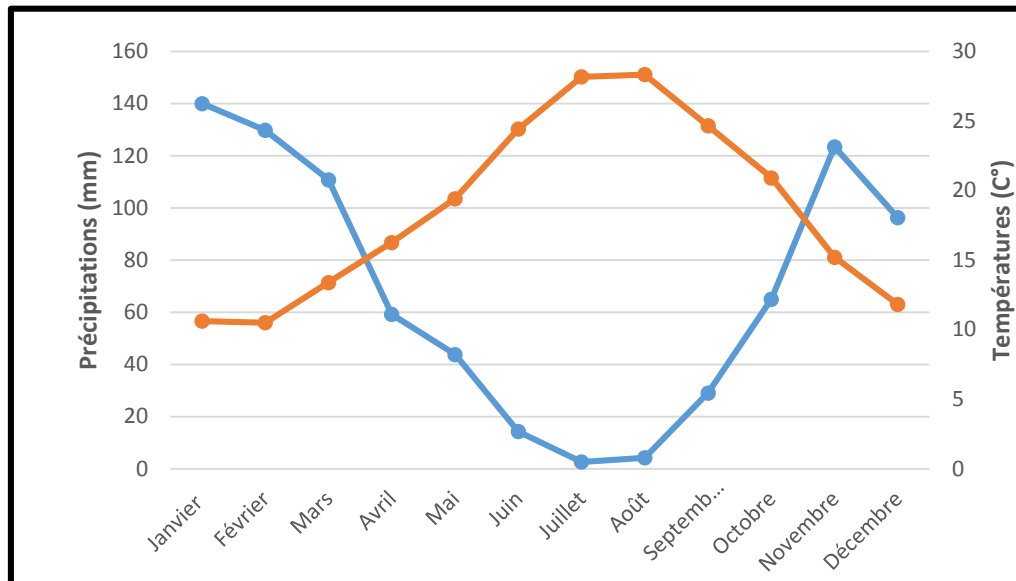


Figure 12 : Diagramme ombrothermique de la région de Tizi-Ouzou (période 2012-2019)

2. Description générale des cours d'eau

Le sous-bassin versant de l'oued Aïssi regroupe trois principaux cours d'eau drainant la partie médiane du flanc Nord du Djurdjura (assif El-Djemââ, assif Larbaâ et assif Ouadhias), ainsi qu'une retenue collinaire.

Parmi les stations prospectées, certains paramètres ont été pris en considération tel que l'altitude, la distance à la source, la pente, la vitesse du courant, le substrat, l'amont et l'aval des agglomérations, la température de l'eau et dans certaines mesures, la régularité de la répartition des stations le long des cours d'eau. Nonobstant, ce choix est aussi conditionné par l'accessibilité aux stations. Neuf stations ont retenu notre attention (**Fig.13**) et se répartissent comme suit :

- Trois stations sur assif El-Djemââ : D1, D2 et D3 ;
- Trois stations sur assif Larbaâ : L1 et L2 ;
- Une station sur assif Ait Toudert : L3
- Une retenue collinaire à Ouacif : RC ;
- Une station sur assif Ouadhias : O1.
- Une station sur l'oued Aïssi (s.s) : OA.

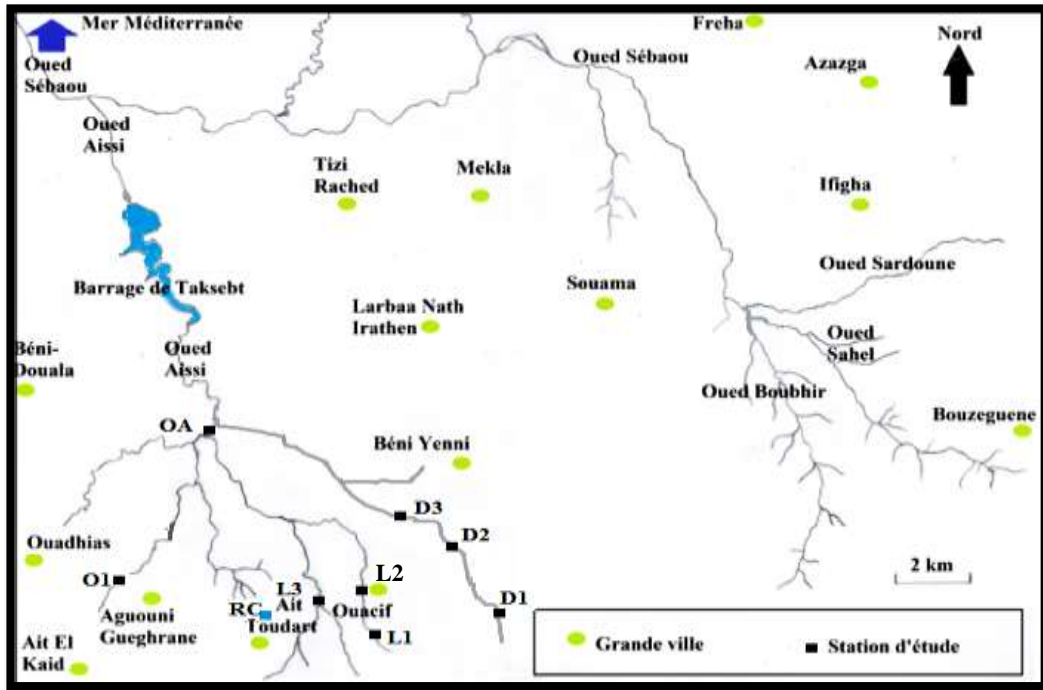


Figure 13 : Emplacement des stations étudiées

2.1. Assif El-Djemââ

Il prend naissance dans la région sud-ouest d'Aïn El Hammam. Il draine l'ensemble des écoulements du flanc Nord de la dorsale médiane du Djurdjura depuis Aïn El Hammam et Ath Ouabane avant de se jeter dans l'oued Aïssi à 500 m en aval du lieu-dit Thakhoukhth. Sa pente moyenne est de l'ordre de 5% et la largeur de son lit peut atteindre 10m par endroit. L'importance de son débit est due aux écoulements d'assif El-Hammam (Ath Ouabane) et de Thahemalt Boudhrar auxquelles s'ajoute l'apport de nombreux ruisseaux drainant le massif Aïn El-Hammam. Sur son parcours se trouve des points de prélèvements de sable, les rejets urbains ainsi que les dépôts d'ordures sur les rives. Trois stations sont retenues sur ce cours d'eau (Fig.14, 15 et 16).



Figure 14 : station D1



Figure 15 : station D2



Figure 16 : station D3

2.2. Assif Larbaâ

Second affluent de l'oued Aïssi, il collecte l'ensemble des écoulements en provenance du flanc Nord de la dorsale médiane du Djurdjura depuis la main du Juif et le col de Tizi N'Kouilal jusqu'au lieu-dit Thakhoukhth. Sa partie amont est connue sous le nom d'Assif Ath Agad et sa partie aval Assif Larbaâ. Deux stations ont été retenues sur ce cours d'eau L1,L2 et L3.

2.2.1. Assif N'Ath Agad

Torrent de montagne, il prend source dans la main du Juif à 1100m d'altitude. Doté d'une pente de 13%, il coule en orientation Sud-Nord sur une distance de 5km environ entre 1100m et 500m d'altitude, avant de se jeter dans Assif Larbaâ. Une seule station est retenue sur ce parcours (**Fig.17**).

2.2. 2. Assif Larbaâ (s.s)

Il constitue l'extension d'Assif Ath Agad à environ 1km en amont de la ville des Ouacifs. Il coule en orientation Sud-Nord sur une distance de 20 km entre 450 et 180 m d'altitude. Sa pente moyenne est de l'ordre de 1.5% et la largeur de son lit dépasse 20m par endroit. Une seule station est retenue sur ce cours d'eau (**Fig.18**).



Figure 17 : station L1



Figure 18 : station L2

2.2.3. Assif Ait Toudert

Il collecte l'ensemble des écoulements en provenance du lieu-dit « Thamdha usarghin » qui prend naissance dans la montagne d'Ath Bouadou, et un autre ruisseau alimenté par les eaux de pluies et fonte de neige qui prend naissance au village « Tizi-seghouane ». Il est d'une pente moyenne de 1,5% et il coule en orientation Sud-Nord sur une altitude qui varie entre 270 et 200 m, avant de rejoindre assif Larbaâ. Une station est retenue sur ce cours d'eau (Fig.19).



Figure 19 : station L3

2.2. 4. Retenue collinaire (Ouacif)

Cette retenue est située en basse altitude (350 m), éloignée des villages environnant à environ 7.5 km de la ville des Ouacifs.

Ce plan d'eau est de forme circulaire d'environ 60 m de largeur. La surface inondée peut, cependant, varier considérablement car située en vallée à faible pente (Fig.20).



Figure 20 : station RC

2.3.Assif Ouadhias

Il prend naissance dans la montagne d'Ath Bouadou à 1500m d'altitude à partir des sources et des ruisseaux alimentés par les eaux de pluies et fonte de neige. Il draine les écoulements en provenance d'Agouni Gueghran et Ath Oulhadj. Il coule en orientation Sud-Nord-Est sur une distance de 24 km entre 1500 et 200m d'altitude avant de rejoindre Assif Larbaâ au lieu-dit Thakhoukhth. Sa pente moyenne est d'ordre de 4.5%, sa largeur peut atteindre par endroit 10m. Une station est retenue sur ce cours d'eau (Fig.21).



Figure 21 : station O1

2.4.Oued Aissi

L'Oued Aissi (s.s.) est principal affluent de l'Oued Sébaou. Il coule en orientation Sud-Nord, sur une distance de 20 km entre 180 et 100m d'altitude. Il reçoit l'ensemble des affluents provenant des sous-bassins versants Assif Larbâa, Assif Ouadhias et Assif El Djemââ. Il prend naissance au lieu-dit « Thakhoukhth », point de jonction des assifs Larbâa et Ouadhias. À 500 m plus en aval, il reçoit également assif El Djemââ avant de se jeter dans le barrage Taksebt. Son écoulement s'effectue sur un lit relativement plat, de pente moyenne de l'ordre de 0,4 %. Sa largeur moyenne peut atteindre par endroit 50m. Sur son parcours, d'importants prélèvements de sable sont effectués induisant ainsi des perturbations du milieu. Une seule station est retenue sur ce cours d'eau (**Fig.22**).



Figure 22 : station OA

3. Les paramètres environnementaux

Un total de 11 paramètres mésologiques a été mesuré et/ou estimé sur chacune des stations échantillonnées.

Six paramètres mésologiques considérés comme « variables écologiques » ont été mesurés et/ou estimés à chaque campagne d'échantillonnage dont la profondeur du lit, la largeur moyenne du lit, la vitesse du courant, la température de l'eau, la nature, l'abondance de la végétation aquatique et les perturbations anthropiques. Cinq autres paramètres mésologiques, considérés comme « constantes écologiques », ont été estimés et/ou mesurés, à s'avoir : l'altitude, la pente de la station, la distance à la source, la nature de substrat et la végétation bordante (**Annexe II**).

3.1. Caractéristiques physiques des stations

3.1.1. Altitude

Les travaux de Samways (1998) en Afrique du Sud, ont révélé une diminution du nombre de taxons avec l'augmentation de l'altitude. Selon un gradient longitudinal, il existe des assemblages et des cortèges corrélés avec la végétation et le climat.

3. 1.2. Pente

La pente est un facteur écologique important qui dépend de l'altitude. Elle intervient dans la détermination de la vitesse du courant et de la taille des composantes du substrat, ainsi que dans la distribution de la faune benthique.

3. 1.3. Débit et vitesse du courant

Les débits sont déterminés par les apports atmosphériques. Ils dépendent de l'altitude, la distance à la source, le type des terrains traversés et des précipitations.

Les débits les plus importants de l'année correspondent à la fonte du manteau neigeux au printemps, augmenté par les apports en pluies souvent abondantes à cette même période de l'année (Abdesselam, 1995).

Dans ce travail, faute de manque de matériel de mesure de la vitesse du courant (flotteur), cette dernière est classée selon l'échelle de BERG :

- Vitesse très lente : < 0.1ms.
- Vitesse lente : 0.1 à 0.25ms.
- Vitesse moyenne : 0.25 à 0.50ms.
- Vitesse rapide : 0.50 à 1ms
- Vitesse très rapide : > 1ms.

3. 1.4. Substrat

Le substrat constitue le support vital des libellules auquel elles sont étroitement liées pendant une partie de leur vie (stade larvaire).

Dans la présente étude, l'importance relative de chaque catégorie de substrat est estimée par une observation directe dans chaque station. C'est ainsi qu'au niveau des stations d'altitude et moyenne altitude, le substrat dominant est le gros galet. En revanche, dans les stations de basse altitude, il y a une multiplicité de substrat.

3. 1.5. Température de l'eau

D'après Lounaci (2005), la température de l'eau représente un facteur écologique important dans les systèmes hydrologiques. Elle conditionne la possibilité de développement,

la durée du cycle biologique des êtres vivants ainsi que la composition faunistique d'un cours d'eau.

Devant l'illusion de réaliser des mesures journalières de la température dans nos sites d'étude, nous nous sommes contentés des relevés ponctuels à l'aide d'un thermomètre d'eau à base d'alcool.

3. 1.6. Couvert végétal

Le couvert végétal constitue une importante ressource nutritive aux larves d'Odonates. La végétation rivulaire assure des fonctions multiples et variées au bénéfice des cortèges odonatologiques. Les forêts denses sont considérées comme des sites de refuge pour les imagos qui doivent s'y alimenter et s'y reproduire (Bouziane, 2018).

La flore de la Kabylie est de type méditerranéen. Elle varie en fonction de l'altitude.

- Entre 450 et 1100 m d'Alt : La végétation est constituée principalement de chêne vert (*Quercus ilex*), d'olivier (*Olea europea*), de frêne (*Fraxinus sp.*).
- Aux altitudes < 450 m : la végétation est constituée essentiellement de cultures de grandes productivités (oranger, citronnier, pommier, poirier et figuier).

3. 2. Perturbations anthropiques

De nos jours, les réseaux hydrographiques de Kabylie sont soumis à d'importantes pressions anthropiques.

En altitude, les effluents domestiques constituent la principale source de pollution des cours d'eau de la Kabylie. L'élevage et l'aviculture demeurent les principales activités agricoles. Leurs impacts potentiels sur les cours d'eaux devraient être relativement faibles.

Dans les piémonts et les basses altitudes, les principales sources de pollution sont les rejets urbains cumulés au pompage de l'eau, le détournement de l'eau pour l'irrigation et l'extraction de sable et de graviers en relation avec l'accroissement des constructions.

Dans les plaines et les vallées, l'utilisation irrationnelle d'engrais chimiques, d'herbicides, d'insecticides et autres pesticides fait que via le lessivage des sols, l'eau retourne aux cours d'eau entraîne une eutrophisation par les nitrates et phosphates, induisant ainsi un déséquilibre sur la faune et flore aquatique.

Les margines, malgré le caractère saisonnier des huileries, de par les changements profonds qu'elles entraînent sur la faune et la flore aquatique, constituent une source permanente de pollution des eaux de surface.



CHAPITRE III :
MATÉRIEL ET
MÉTHODES



1. Matériels et méthodes

1. 1. Type et période d'étude

Le présent travail consiste à étudier la biodiversité de l'ordre des odonates du réseau hydrographique du bassin versant d'Oued-Aissi. Les prélèvements des espèces n'ont pas été réalisés d'une manière systématique, dû à la période du confinement (Covid-19). L'échantillonnage s'est étalé du 12 Mars jusqu'à la mi-août, au cours des journées ensoleillées entre 9h00 et 14h00. Notre étude nécessite un travail de terrain qui consiste en la capture d'imago et la collecte des larves et exuvies et un travail au laboratoire (traitement et identification des spécimens inventoriées).

1. 2. Matériel utilisé sur le terrain

- Un double décamètre pour la mesure de la largeur du lit .
- Un carnet d'observation : nécessaire pour prendre des notes *in situ*.
- Un thermomètre de l'eau pour prendre la température de l'eau du lieu de collecte.
- Un Filet entomologique pour la capture des imagos
- Un Tamis utilisé dans la récolte de larves d'Odonates.
- Des Boîtes pour la récolte des exuvies
- Des Flacons
- L'Éthanol 70° pour la conservation des échantillons.
- Des Pincés entomologiques souples
- Un Appareil photos numérique adapté à la prise de vue rapprochée
- Un Altimètre précis (Application)
- Un flotteur (bouchon)

1. 3. Matériel utilisé au laboratoire

- Des boîtes de Pétrie pour placer les spécimens à l'observation.
- Une loupe binoculaire pour l'identification des espèces.
- Des guides et clés d'identification.
- Des bacs utilisés pour le tri des larves et des adultes.
- Des étiquettes, utilisées pour mentionner la date d'échantillonnage, le nom de la station et l'altitude.

Les techniques d'échantillonnage et le matériel utilisé sur le terrain et enfin l'identification au laboratoire ainsi que les différents indices écologiques utilisés pour caractériser la faune odonatologique inféodée à ces dis-milieus.

1. 4. Méthodologie de travail

Une fois arrivée sur le site d'échantillonnage, nous mentionnons sur la fiche technique de terrain : l'heure, la date, les coordonnées GPS et les différents paramètres mésologiques. En outre, nous enregistrons des remarques d'ordre général tels que les différents types des végétations, les prédateurs (Poissons, amphibiens...), le type de pollution et les actions anthropiques.

4 .4 .1. Méthode de prospection sur le terrain

Pour pouvoir établir un inventaire odonatologique aussi complet que possible, il est nécessaire de recourir à l'échantillonnage des larves, des exuvies et des imagos car elles permettent à l'observateur de récolter des informations sur l'autochtonie des espèces mais également de récolter des données complémentaires sur les espèces plus discrètes ou difficiles à capturer.

❖ Échantillonnage des larves

Les coups du tamis doivent être donnés là où les vitesses du courant sont différentes, et sont effectués au milieu et en bordure des berges dans les parties à forte végétation aquatique ainsi qu'au fond dans les parties boueuses et sableuses, avec toutefois une surface large échantillonnée afin d'avoir un prélèvement représentatif.

Les larves ont été collectées à chaque sortie puis mises dans de l'éthanol à 70% (**Fig.23**).



Figure 23 : Larve échantillonnée

❖ Échantillonnage des exuvies

Les exuvies ont été récoltées aux abords des oueds où elles s'accrochent aux différentes ceintures végétales ou sur la rive et les rochers (**Fig.24**). L'observation des exuvies a commencé pendant les visites du mois de juin. Les exuvies récoltées ont été transportés dans des boites bien fermées et conservées



Figure 24 : Exuvie sur un végétal

pendant 24heures au congélateur pour éviter toute contamination.

❖ Échantillonnage des adultes

La méthode la plus couramment utilisée pour la capture des imagos est la chasse au filet à papillons. Les prélèvements des espèces adultes se font aléatoirement autour des cours d'eau au niveau des stations et dans la végétation qui les jouxte. Les individus capturés sont mis dans des flacons contenant de l'alcool à 70°.

4.4.2. Méthodologie adoptée au laboratoire

Avant de procéder à l'identification des échantillons récoltés, on a fait sortir, soigneusement, les imagos des flacons pour éviter leur fragmentation. Les spécimens ont été bien étalés séparément dans des boites de Pétri, puis sont étiquetés en mentionnant la date et le lieu de leur capture (**Fig 25**)



Figure 25 : tri des spécimens récoltés

❖ Identification

L'identification est essentielle pour la réalisation de notre liste préliminaire. À l'aide d'une loupe binoculaire et des guides d'identification (B. Bricault / SNPN., 2012 et PNRP/Marie Poignant., 2017 et Aguillar & Dommanget., 1985) (**Fig.26**), nous nous sommes



Figure 26 : Identification des spécimens

limité uniquement à l'identification des adultes, à cause du manque de clés d'identification de larves et d'exuvies, et ceci tout en prenant compte des critères de détermination tel que la position des yeux, les nervations des ailes, les suture du thorax, les segments d'abdomen et aussi la couleur (taches sur les ailes et les pigmentations d'insecte). La confirmation des espèces identifiées a été faite par Mr Chelli.A (Maitre-assistant classe A, université de Béjaia).

5. Analyse de la structure de la faune récoltée

La composition et l'organisation des peuplements qui constituent une biocénose peuvent être caractérisées par des outils descriptifs tels que la richesse spécifique, l'abondance, la dominance et la diversité (Ramade, 1994).

Afin de mieux concevoir la structure de l'odonatofaune des sites étudiés, un traitement de l'abondance, la fréquence ainsi que la richesse spécifique des imagos sont estimés. La diversité d'Odonates est également calculée à l'aide de l'indice de diversité de Shannon-Weaver complétée par l'indice d'équitabilité.

5. 1. Richesse spécifique

C'est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné (Ramade, 1984). Pour la présente étude, il s'agit de l'ensemble des espèces du peuplement d'Odonates observées dans le sous bassin versant d'Oued Aissi.

5. 2. Abondance relative

L'abondance relative d'une espèce est le rapport de son abondance spécifique à l'abondance totale (fréquence relative). L'abondance totale correspond au nombre d'individus de toutes les espèces du peuplement. L'abondance relative est exprimée comme suite :

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

ni : le nombre des individus d'une espèce

N : le nombre total des individus toutes espèces confondues.

5. 3. Occurrence relative

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 :

$$Or (\%) = Pi/P \times 100$$

Pi : est le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

P : est le nombre total de relevés effectués.

En fonction de la valeur de (C) on distingue les catégories suivantes :

- Des espèces constantes si $75\% \leq C \leq 100\%$
- Des espèces régulières si $50\% \leq C < 75\%$
- Des espèces accessoires si $25 \leq C < 50\%$
- Des espèces accidentelles si $5\% \leq C < 25\%$

5. 4. Indices de diversité spécifique

La diversité spécifique prend en compte à la fois la richesse spécifique et l'abondance relative des espèces dans un assemblage donné. Les indices les plus utilisés sont les indices de Shannon-Weaver et d'équitabilité.

a. Indice de Shannon-Weaver

Cet indice donne une idée de la diversité spécifique d'un milieu c'est-à-dire du nombre d'espèces de ce milieu (richesse spécifique) et de la répartition des individus au sein de ces espèces. Calculer comme suite :

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

n_i : nombre d'individus de l'espèce de rang i

N : nombre total d'individus

Plus la valeur de H' est élevée, plus la diversité est grande.

b. Indice d'équitabilité

Cet indice accompagne souvent l'indice de SHANNON-WEAVER afin de montrer si la structure de la communauté des peuplements est ou non équilibrée. Il se calcule à partir de la diversité maximale ($H' \max$) comme suite :

$$E = H' / H' \max$$

H' : indice de SHANNON et WEAVER.

$H' \max = \log_2 S$.

S : richesse spécifique.

L'indice d'équitabilité varie entre 0 et 1. Lorsqu'il tend vers 0, il y a une espèce qui domine le peuplement. Lorsqu'il tend vers 1, les taxons présents ont la même abondance.



CHAPITRE IV :
RÉSULTAT ET
DISCUSSIONS



1. Analyse globale de l'Odonatofaune

Les résultats obtenus après l'analyse des données de la présente étude, sur le sous bassin versant de l'oued-Aissi, renseignent sur la diversité du peuplement odonatologique.

Le recensement a permis de dresser une liste préliminaire des odonates inféodés à ces différents écosystèmes. Dans la liste qui suit (**Tab. II**), les taxons du groupe « famille » sont présentés dans l'ordre systématique, ceux des groupes « genre » et « espèce » sont présentés dans l'ordre alphabétique.

À travers notre prospection du bassin hydrographique de l'oued Aissi, un total de 297 individus a été récolté. Nous avons pu identifier seize espèces (huit espèces d'Anisoptères et huit espèces de Zygoptères), appartenant à six familles : Calopterygidae, Lestidae, Coenagrionidae, Aeshnidae, Gomphidae et Libellulidae. Cela représente approximativement un tiers de l'odonatofaune Algérienne qui est de 63 espèces selon Samraoui et Menai (1999).

Tableau II : Liste des espèces d'odonates recensées dans les deux milieux

Sous-ordre	Famille	Espèces Nom Scientifique	Nom commun
Zygoptères	Calopterygidae	<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i> (Vander Linden, 1825)	Calopteryx hémorroïdal
	Lestidae	<i>Lestes viridis</i> (Vander Linden, 1825)	Leste vert
		<i>Sympecma fusca</i> (Vander Linden, 1820)	Leste brun
	Coenagrionidae	<i>Coenagrion scitulum</i> (Rambur, 1842)	Agrion mignon
		<i>Enallagma cyathigerum</i> (Charpentier, 1840)	Agrion porte-coupe
		<i>Erythromma lindenii</i> (Sélys, 1840)	Agrion à longs cercoïdes
		<i>Ischnura elegans</i> (Vander Linden, 1820)	L'agrion élégant
		<i>Ischnura graellsii</i> (Rambur, 1842)	Agrion de Graells
Anisoptères	Aeshnidae	<i>Aeshna mixta</i> (Latreille, 1805)	Aeschne mixte
		<i>Anax imperator</i> (Leach, 1815)	L'anax empreur
		<i>Boyeria irene</i> (Fonscolombe, 1838)	Aeschne paisible
	Gomphidae	<i>Onychogomphus forcipatus</i> (Linnaeus, 1758)	Le gomphe à pinces
	Libellulidae	<i>Brachythemis impartita</i> (Karsch, 1890)	Brachythémis à bandes brunes
		<i>Crocothemis erythrae</i> (Brullé, 1832)	La libellule ecarlate
		<i>Orthetrum chrysostigma</i> (Burmeister, 1839)	Orthetrum réticulé
		<i>Orthetrum coeruleum</i> (Fabricius, 1798)	Orthetrum bleuisant

De point de vue qualitatif (**Fig.27**), la famille des Coenagrionidae est la plus représentée en espèces en comptabilisant à elle seule cinq espèces ce qui représente un tiers soit 31% de l'odonatofaune recensée, suivie par les Libellulidae avec quatre espèces (25%) et les Aeshnidae trois espèces (19%) puis la famille des Lestidae avec deux espèces (13%). En fin, les Gomphidae et Calopterygidae représentées avec seulement une seule espèce recensée soit 6% chacune.

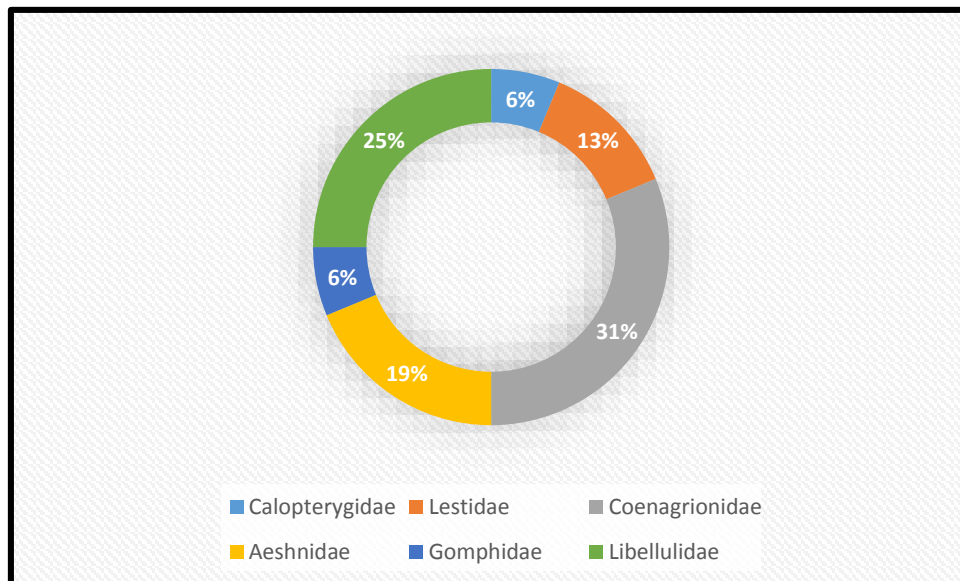


Figure 27 : Pourcentage des familles d'Odonates dans la région d'étude.

Il y a lieu de signaler que notre recensement demeure relativement fructueux par rapport aux différents recensement et inventaires réalisés dans certaines localités d'Algérie. À l'instar de ceux de Khelifa et *al.* (2011) qui révèlent l'existence de 35 espèces dans le bassin de la Seybouse à Annaba. Hafiane et *al.* (2016) ont recensés treize espèces à oued El Harrach et 11 espèces sont notées par Allegrini et *al.* (2006) au niveau du lac Mezaia. Kabouche (2013) a identifié uniquement neuf espèces dans certaines localités de l'Oranais.

2. Distribution de l'Odonatofaune du sous bassin versant de l'oued Aissi

L'abondance des espèces dans chaque milieu prospecté nous permet de nuancer la distribution de la majorité des espèces d'Odonates dans nos différents sites d'étude (**Tab.III**).

Il ne s'agit pas ici d'effectuer une étude biogéographique de ce groupe, mais plus simplement de faire une première amorce des principaux types de répartition. Il s'agit d'une estimation subjective et incomplète notamment par le fait que l'inventaire ne se soit déroulé que pendant une période restreinte.

Le nombre d'espèces varie d'une station à une autre, il fluctue entre un minimum d'une espèce récoltée à la station AO et un maximum de treize espèces à la station RC.

Quatre espèces d'Odonates adultes ont été recensées sur assif El-Djmaa (*Calopteryx haemorrhoidalis*, *Lestes viridis*, *Boyeria irene* et *Onychogomphus forcipatus*), huit espèces dénombrées sur assif Larbaa, les stations L1 et L2 comportent *Calopteryx haemorrhoidalis*, *Lestes viridis* et *Boyeria irene*. De plus *C. haemorrhoidalis* la station L3 comporte aussi *Sympecma fusca*, *Ischnura graellsii*, *Onychogomphus forcipatus*, *Crocothemis erythrae* et *Orthetrum coerulescens*. Treize espèces ont été recensées dans la retenue collinaire hormis *Lestes viridis*, *Calopteryx haemorrhoidalis* et *Boyeria irene*, mais spécifiquement à d'autres sites étudiés, cette retenue collinaire comporte aussi *Coenagrion scitulum*, *Enallagma cyathigerum*, *Erythromma lindenii*, *Ischnura elegans*, *Aeshna mixta*, *Anax imperator*, *Brachythemis impartita* et *Orthetrum chrysostigma*. Trois espèces recensées sur assif Ouadhias sont similaires à celle d'assif El Djmaa à l'exception de *Onychogomphus forcipatus*. Une seule espèce quantifiée sur l'oued-Aissi (s.s) (*Boyeria irene*).

Tableau III : Répartition des espèces Odonatologiques dans les stations d'étude

	Stations	D1	D2	D3	L1	L2	L3	RC	O1	OA
	Alt. (m)	910	490	440	920	230	270	350	500	220
Calopterygidae										
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>		68	35	18	15	16	5		28	
Lestidae										
<i>Lestes viridis</i>			2		5				5	
<i>Sympecma fusca</i>							1	1		
Coenagrionidae										
<i>Coenagrion scitulum</i>								4		
<i>Enallagma cyathigerum</i>								2		
<i>Erythromma lindenii</i>								8		
<i>Ischnura elegans</i>								1		
<i>Ischnura graellsii</i>							3	6		
Aeshnidae										
<i>Aeshna mixta</i>								5		
<i>Anax imperator</i>								2		
<i>Boyeria irene</i>		7	5		7	2			12	1

Gomphidae										
		D1	D2	D3	L1	L2	L3	RC	O1	OA
<i>Onychogomphus forcipatus</i>		3	2				3	1		
Libellulidae										
<i>Brachythemis impartita</i>								5		
<i>Crocothemis erythrae</i>							1	11		
<i>Orthetrum chrysostigma</i>								3		
<i>Orthetrum coerulescens</i>							2	2		

D'après Benchalel & Samraoui (2012), la qualité de l'eau a une influence déterminante sur la biodiversité, notamment la pollution liée à l'excès de matière organique entraînant l'eutrophisation du milieu chez certaines espèces à l'instar de *B. irene* et *C. haemorrhoidalis*.

La température de l'eau s'avère aussi déterminante, dans la mesure où une eau chaude contient toujours moins d'oxygène qu'une eau fraîche, ce qui pénalise l'Odonatofaune plus spécialisée et exigeante quant à la qualité et la stabilité de son milieu de vie. Les espèces qui y vivent sont dites sténoèces (*B. irene* ; *C. haemorrhoidalis*) et nécessitent des conditions d'habitats spécialisés avec des eaux bien claires et oxygénées, à débit régulier durant toute l'année et une température favorable assurée par un rideau végétal approprié (Benchalel & Samraoui, 2012) comme c'est le cas dans nos sites D1, D2, L1 et O1.

Les espèces *B. irene* ; *C. haemorrhoidalis* compte tenu de leur exigence vis-à-vis de l'oxygène dissout dans l'eau, ce qui justifie leur présence et avec un effectif élevé uniquement dans les stations de haute altitude.

Les espèces inféodées au site RC et L3 (*Orthetrum coerulescens* et *Orthetrum chrysostigma* ...) semblent moins exigeantes et moins sensibles à la pollution tant chimique qu'organique ainsi qu'aux variations des caractéristiques de leur milieu. À noter que vers la fin du mois de Juillet, la station L3 s'est asséché et RC a subi une diminution importante du niveau d'eau jumelé à la perturbation anthropique (pompage, pêche). Pour cela, des stratégies adaptatives sont adoptées par des espèces comme *Orthetrum coerulescens* ; *Orthetrum chrysostigma* ; *Ishnura sp.*, *Sympecma fusca* et *Onychogomphus forcipatus* qui sont de bons exemples. Les imagos de ces espèces quittent ces milieux pour estiver dans les milieux à conditions plus favorables, notons que nous ne les avons pas recensées en cette même période.

2.1. Distribution altitudinale de l'Odonatofaune du sous bassin versant de l'oued Aissi

D'après Bouchelaghem (2008), la plupart des milieux favorables aux odonates se situent en moyenne altitude. Certaines espèces ne se reproduisent qu'à basse altitude, mais les imagos peuvent se déplacer facilement, et être observés au-delà de leur limite altitudinale écologique. À l'exemple de *Onychogomphus forcipatus*, observé sur un intervalle altitudinal de 270 m jusqu'à 920 m. (**Fig.28**).

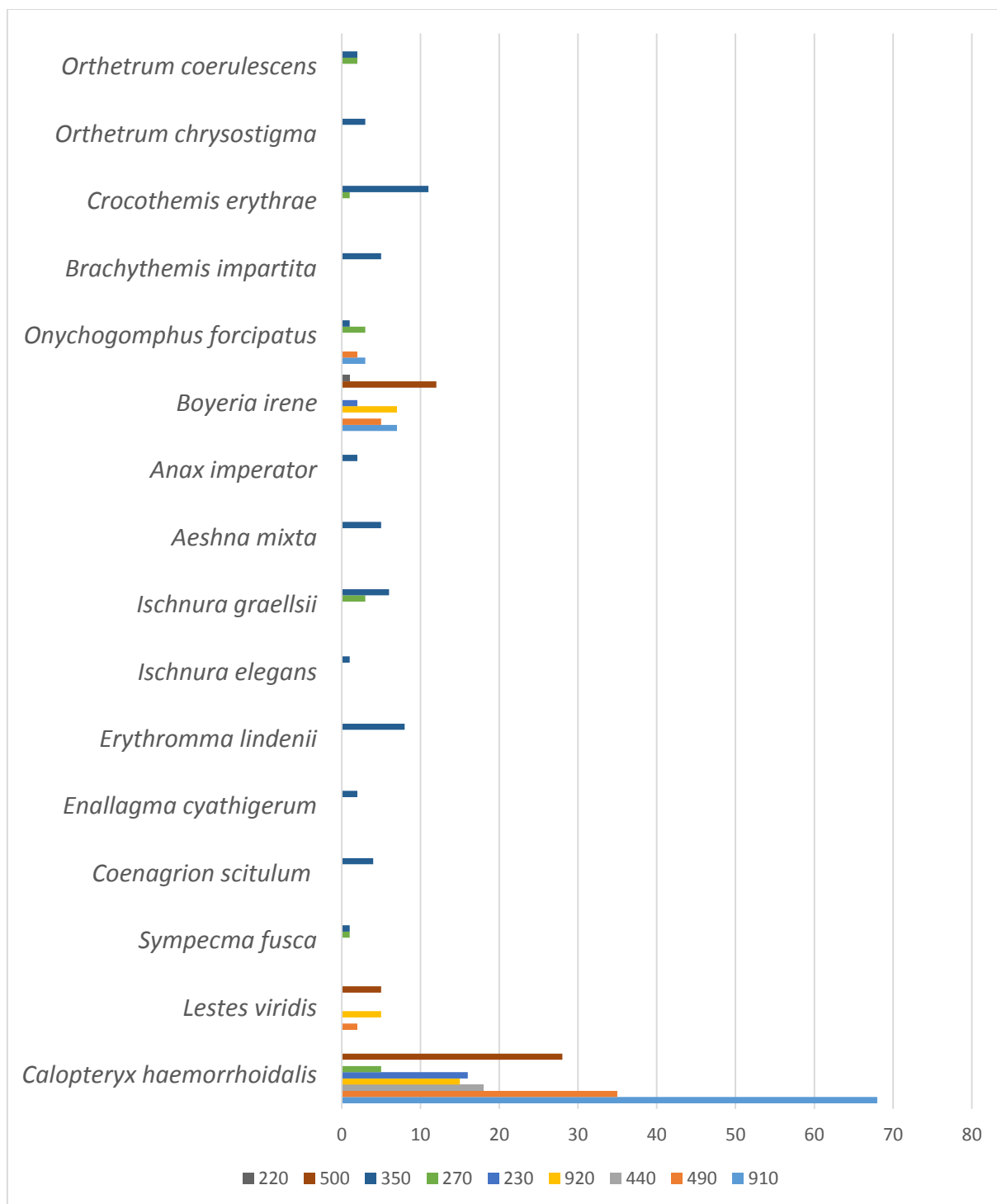


Figure 28 : Distribution altitudinale de l’Odonatofaune dans les sites étudiés

- *C. haemorrhoidalis* espèce thermophile (Bouchelouche, 2015) est abondante et reste cantonnée principalement dans les secteurs les plus élevés du sous bassin versant de l’oued Aissi.

- *Lestes viridis* présente une grande plasticité d'adaptation (Samraoui et al, 2012). Mais en ce qui concerne la région d'étude, cette espèce reste rare à distribution limitée. Elle est fréquente en limite altitudinale de 920 m.
- *Sympetma fusca* et *Crocothemis erythrae* sont assez rares et se répartissent d'une manière régulière. Elles se limitent au basse altitude jusqu'à 350m.
- *Coenagrion scitulum* est inféodé aux eaux stagnantes et cohabite avec l'agrion graells. Les deux ont une distribution limitée dans le sous bassin versant. À savoir que d'après Bouchlaghem (2008), *Ischnura graellsii* est omni présente sur les zones humides, qu'il s'agisse des eaux courantes que des eaux stagnantes. Elle colonise les espaces anthropisés et se maintient sur des espaces dégradés voire légèrement pollués. Elle se restreint à 350 m d'altitude dans la région d'étude.
- *Erythromma lindenii*, les prospections menées sur le sous bassin versant d'oued-Aissi affirme que cette espèce est rare et à distribution limitée à 350m d'altitude. Selon Bouchlaghem (2008), c'est une espèce plus ou moins abondante, cosmopolite, capable de se développer à la fois sur les eaux stagnantes et les eaux légèrement courantes et se maintient sur des espaces dégradés voire légèrement pollués.
- *Aeshna mixta* est rare et à distribution limitée avec un effectif très restreint. L'espèce semble privilégier les régions septentrionales et elle fréquente les plans d'eaux fermés ceinturés d'une importante végétation buissonnante. Elle se développe dans les basses altitudes (350 m).
- *Anax imperator* est assez commune sur la plupart des eaux lenticues riches en végétation et surtout en plaine (UICN, 2016). D'après Barbarine (2003) l'espèce est fréquente sur les zones ouvertes des lacs où le comportement territorial des mâles est très marqué. Assez rare et à distribution limitée dans le sous bassin versant en basse altitude.
- *Boyeria irene* est observée principalement dans des milieux à haut débit avec des eaux claires. Cette Aesche est bien implantée sur les eaux vives, jusqu'à 1900 m d'altitude. Celle-ci est classée quasi menacée (NT) sur la liste rouge des odonates du Nord de l'Afrique (Boudot & DeKnjf, 2012).
- *Onychogomphus forcipatus* semble parfois très abondante, elle est menacée par la pollution des eaux qu'elle fréquente, le curage des berges ou encore la surdensité des poissons (UICN, 2015). Dans ce sous bassin versant l'espèce est exclusivement inféodée aux eaux courantes, elle est moyennement répartie sur les sites étudiés jusqu'à 920m.

- *Brachythemis impartita* est généralement une espèce de niveau inférieur d'eaux calmes dans des paysages ouverts. Elle préfère les eaux avec des substrats plus doux tels que le sable et éventuellement la boue. Elle demeure jusqu'à 774 m d'altitude (Boudot et al, 2016).
- *Orthetrum chrysostigma* et *Orthetrum coerulescens*, sont des espèces assez comparables (Bouchlaghem, 2007). D'après Testard (1981), elles fréquentent préférentiellement les milieux ouverts, soit indifférenciés. À savoir, dans cette région d'étude, ces libellules sont assez rares et à distribution restreinte, abondante surtout en basse altitude. Cette répartition est à mettre en relation avec les exigences écologiques des espèces. Le réchauffement de l'eau, les matières en suspension et les pollutions organiques nuisent à leur développement.

3 . Richesse spécifique

Le nombre d'espèces des Odonates par site fluctue entre un et treize (**Fig. 29**). Toutefois, la variation du nombre d'espèces le long du sous bassin versant de l'oued-Aissi n'est pas régulier.

La richesse spécifique de cette faune fluctue d'un écosystème lotique à un écosystème lentique. Selon Testard (1981), le nombre d'espèces typiquement d'eau courante est très limité.

Parmi les sites prospectés, la station RC seule présente treize espèces différentes de la faune Odonatologique : c'est la station la plus riche en référence avec ses caractéristiques, une station d'eau stagnante bien ensoleillée avec un substrat plus doux tels que le sable et éventuellement la boue.

On remarque aussi que la station L3 est aussi riche, elle abrite six espèces ; c'est la station d'eau lotique la plus riche. Ceci est en relation directe avec ses caractéristiques environnementales, un lit assez large et qui renferme une multitude de micro-habitats avec un substrat très hétérogène, ensoleillé et un écoulement faible.

La station D2 présente quatre espèces, une station de moyenne altitude avec une végétation riveraine dense et un écoulement permanent tout au long de la période d'étude. Les stations D1, L1 et O1 représentent respectivement le même nombre d'espèces (trois), du fait qu'elles partagent les mêmes caractéristiques. Puis vient la station de basse altitude L2 avec une richesse faible illustrée uniquement par deux espèces, et ceci n'est qu'une réponse pour ses caractéristiques mésologiques. Concernant les stations D3 et AO, ce sont celles dont la richesse

spécifique est la plus pauvre avec uniquement une seule espèce capturée, respectivement *C. haemorrhoidalis* et *Boyeria irene*.

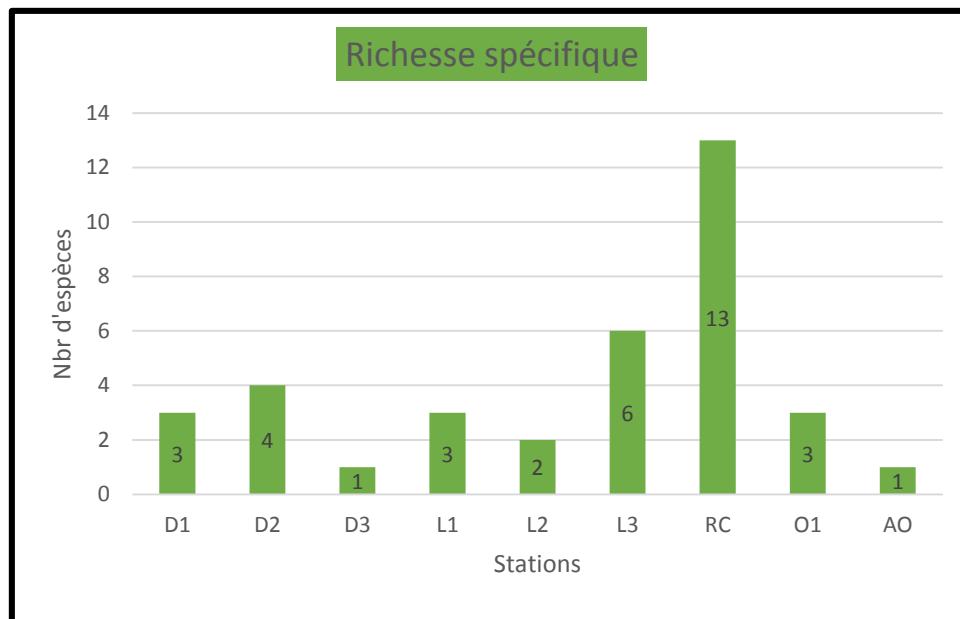


Figure 29 : Richesse spécifique des Odonates dans les stations étudiées.

Les Anisoptères et les Zygoptères ont le même nombre d'espèces dans l'ensemble de la zone d'étude. Les Anisoptères ont une haute capacité de dispersion et une adaptation à un large éventail d'habitats, tandis que les Zygoptères possèdent une capacité de dispersion limitée (Suhling et al., 2003).

D'après Barbarine (2003), les populations d'odonates sont très dépendantes des différents milieux qui conditionnent leur répartition, ce qui légitime les résultats synthésisés sur ce présent travail.

Dans les zones de moyenne montagne (270-500 m), nous avons noté une richesse spécifique élevée par rapport à celle observée au niveau des secteurs des sites des cours d'eau supérieurs et d'aval. Ce motif d'évolution de la richesse spécifique est en accord avec l'hypothèse selon laquelle la diversité maximale est observée dans les cours médians des rivières (Berquier, 2016).

En occurrence, les espèces côtoyant la station (L3) appartiennent majoritairement à la famille Libellulidae qui est connue par sa prédominance dans les parties moyennes des cours d'eau et la régression de ces communautés avec l'augmentation d'altitude. Les Libellulidae

s'adaptent à de nombreux types de milieux aquatiques tels que les gravières inondées, les cours d'eau lents, etc., à condition que ces biotopes soient situés à faible altitude et localisés en des endroits surchauffés (Grand, 2009).

D1 et L1 (haute altitude) sont caractérisées par une végétation riveraine abondante et une régulation du régime thermique d'eau. Notons que ces stations présentent le même type d'habitat à savoir des sites ensoleillés, permanence des eaux durant presque toute l'année. De plus, elles sont entourées par des forêts denses considérées comme des sites de refuge pour les Odonates qui doivent s'y alimenter et s'y reproduire. En effet, cette réduction d'espèces notée sur ces ruisseaux de source comparativement à d'autres stations est causée par leurs basses températures et leurs fréquentes précipitations qui empêchent l'installation d'une faune riche et diversifiée.

En revanche, la faible richesse spécifique (une à deux espèces) notée au niveau des stations L2 et OA (basse altitude), peut s'expliquer par le fait que ces deux milieux ne sont pas considérés comme des biotopes préférentiels, puisqu'ils sont caractérisés par un lit très large, des températures relativement élevées, absence d'une ripisylve dense et une forte prédation par les amphibiens, les poissons et les reptiles. Ces stations sont les plus touchées du réseau hydrographique exploré par la pression anthropique. Principalement, les rejets anthropiques divers ainsi que la pêche, l'eutrophisation et l'extraction de gravier qui entraîne la destruction des habitats lotiques. La forte densité des agglomérations à de telles altitudes constitue également une véritable source de pollution, de par, les rejets des eaux usées.

Selon Merlet et Itac-Bruneau (2016), l'ensoleillement d'un site conditionne le peuplement odonatologique. Plus le milieu est ouvert et ensoleillé, plus la diversité sera grande. Ceci est affirmé véritablement par la retenue collinaire prospectée, qui s'avère la plus riche en espèces, en raison de la température assez élevée de son eau, ce qui favorise les émergences précoces *Sympecma fusca* représente un bon exemple.

Cependant, le fait d'avoir un grand nombre d'espèces d'odonates procure au site une intéressante diversité. Comme pour un grand nombre d'animaux et de végétaux, il existe des regroupements d'espèces associées à un habitat. Cette affinité d'un groupe d'espèces pour un type de milieu donné conduit à la formation de « cortèges ». Ces cortèges d'espèce sont très sensibles. Si l'une des espèces de ce cortège disparaît, il est possible que d'autres espèces disparaissent à leur tour (Demnati et al., 2019).

5 . Abondance et Occurrence relatives des espèces

L'échantillonnage des odonates du sous bassin versant de l'oued Aissi a été conduit sur des milieux lotiques (cours d'eau) et lenticques (retenue collinaire).

Durant toute la période d'étude, nous avons échantillonné un total de 297 Odonates. L'abondance maximale est enregistrée par *Calopteryx haemorrhoidalis* en milieu lotique , avec 185 individus représentant les 62%. En contrepartie, l'abondance minimale est représentée par *Crocothemis erythrae* et *Sympecma fusca* avec seulement un seul individu soit de 0.41%, au moment où, dans le milieu lentique, *Ischnura elegans*, *Onychogomphus forcipatus* et *Sympecma fusca* présentent aussi un seul individu soit de 1.81%.

La différence fortement remarquable des abondances des Odonates, peut être expliquée par le fait qu'on possède une seule station dans le milieu lentique, mais aussi par les facteurs écologiques du milieu (climatique, topographique, substrat etc) qui régissent leur répartition.

L'abondance et l'occurrence relatives des espèces récoltées dans les neuf stations prospectées, nous permet de les classées en quatre groupes selon leur abondance et leur fréquence dans la région d'étude. Pour cela deux figures (**Fig. 30 et 31**) illustrent graphiquement ces deux variables quantitatives.

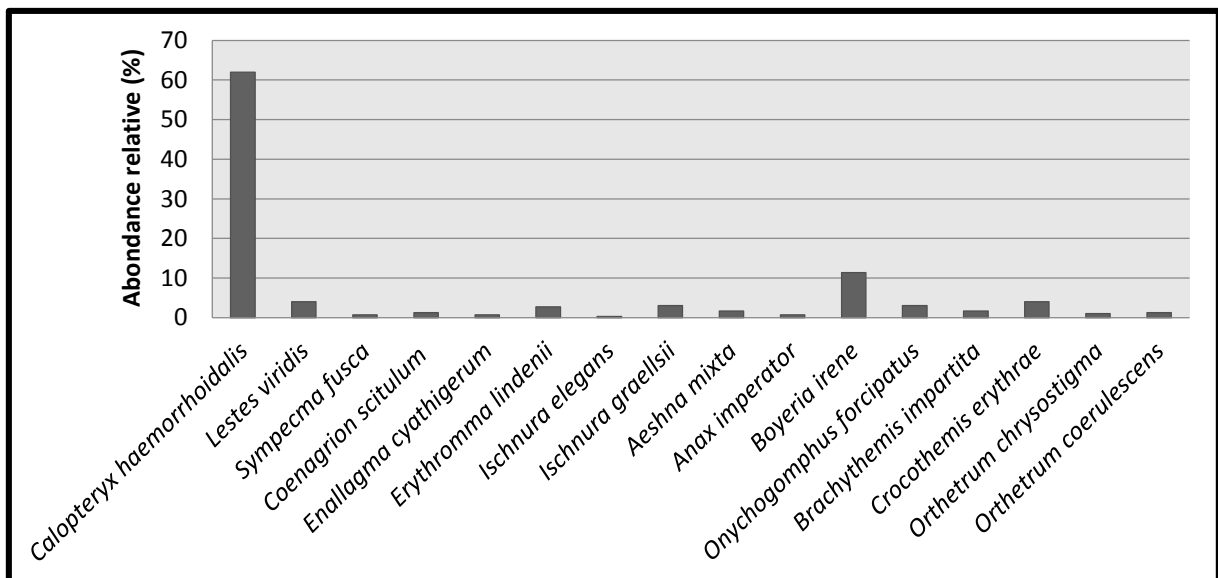


Figure 30 : Abondance relative des Odonates récoltées dans les stations étudiées.

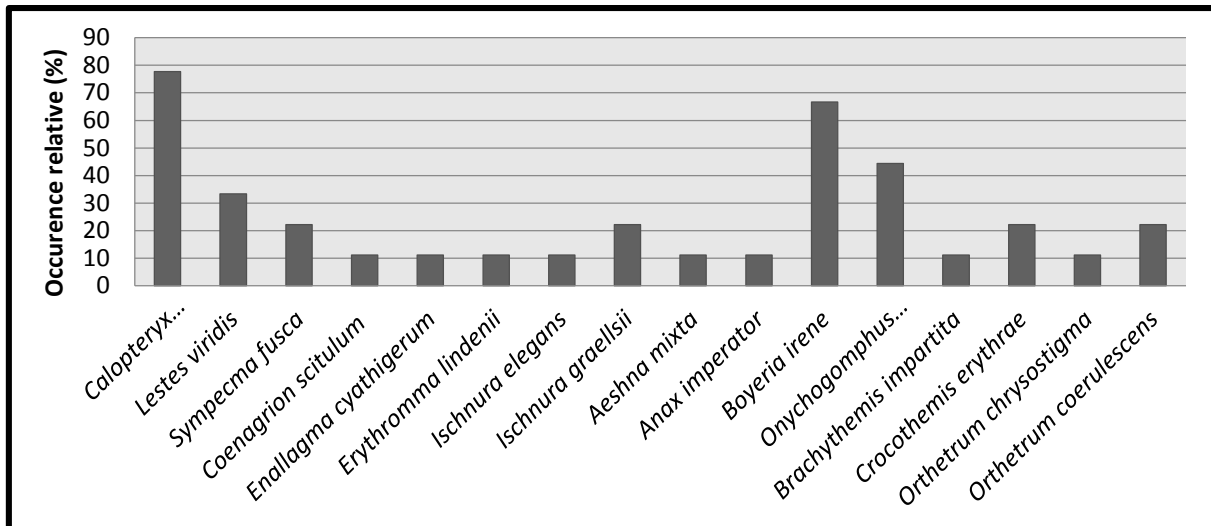


Figure 31 : Occurrence relative des Odonates récoltées dans les stations étudiées.

- **Les espèces dominantes par leur abondance et leur fréquence**

Elles constituent les éléments les plus dominants de tout le peuplement recensé.

Dans les cours d'eau étudiés, *Calopteryx haemorrhoidalis* et *Boyeria irene* sont les deux espèces les plus fréquentes. La première est quantifiée d'être plus abondante et plus fréquentes au niveau de cette région. La deuxième semble être moins abondante et moins fréquente par rapport à la précédente. Sa limite altitudinale inférieure est basse dans l'ensemble des cours d'eau étudiés comparativement à *C. haemorrhoidalis*, même si que cette présente espèce a été signalée au niveau de la station OA, ce qui peut s'expliquer, par le fait que les odonates sont des insectes très mobiles en raison de leurs compétences en vol. Elles sont capables de coloniser des habitats très éloignés de leur milieu de développement (Dupont, 2010). Il est donc primordial de connaître « l'autochtonie » d'une espèce afin de s'assurer que celle-ci s'est bien développée dans le milieu où elle est observée. En effet, selon Poignant (2017) un nombre important d'odonates surtout les Anisoptères effectuent des allers-retours entre le milieu aquatique et l'environnement terrestre plus ou moins proche.

- **Espèces peu abondantes et très fréquentes**

Ce sont, en générale, des espèces à populations moins denses mais montrant des fréquences importantes le long des cours d'eau étudiés. Dans notre cas, il s'agit d'*Onychogomphus forcipatus* et *Lestes viridis*. Ces espèces sont rhéophiles, inféodées essentiellement aux zones de moyenne montagne. La dernière espèce est qualifiée comme élément peu abondant et avec une fréquence d'occurrence faible.

- **Espèces peu abondantes et peu fréquentes**

Composées de taxons inféodés principalement aux zones de moyenne altitude. Il s’agit de *Orthetrum coerulescens*, *Crocothemis erythrae* et *Ischnura graellsii*, *Sympecma fusca*, colonisant ainsi les deux milieux

- **Espèce rare, à la fois très peu abondante et très peu fréquente**

Dans ce groupe, on trouve les espèces suivantes : *Orthetrum physostigma*, *Brachythemis impartita*, *Ischnura elegans*, *Erythromma lindenii*, *Enallagma cyathigerum*, *Coenagrion scitulum*.

Qualifiées comme éléments très peu abondants et très peu localisés, elles sont repérées dans la retenue collinaire.

6 . Indices de diversité spécifique

a. Indice de Shannon-Weaver

La variation de diversité (**Tab IV**) reflète les différences observées dans les profile d’abondance des taxons.

Tableau IV : Indice de Shannon-Weaver et d’Equitabilité

Stations / Indices	D1	D2	D3	L1	L2	L3	RC	O1	OA
H'	0,48	1,01	0	0,96	0,5	2,37	3,33	0,94	0
E	0,31	0,5	0	0,61	0,49	0,87	0,9	0,6	0

Plus les individus sont répartis d’une manière équilibrée entre taxons, plus les indices de diversités et d’équitabilité sont élevés. La faible valeur de ces indices se traduit par un peuplement moins diversifié avec des taxons dominants.

Les profils de variations des deux indices H’ et E présentent la même allure (**Fig.30**). Globalement les stations étudiées présentent des indices H’ et E assez élevés, ils oscillent autour de 3 pour H’ et 0,9 pour E.

Les valeurs de H’ et de E varient respectivement entre un maximum de H’= 3,33 et E = 0,9 à la station RC, et un minimum de H’ = 0 et E = 0 notée dans les stations D3 et OA.

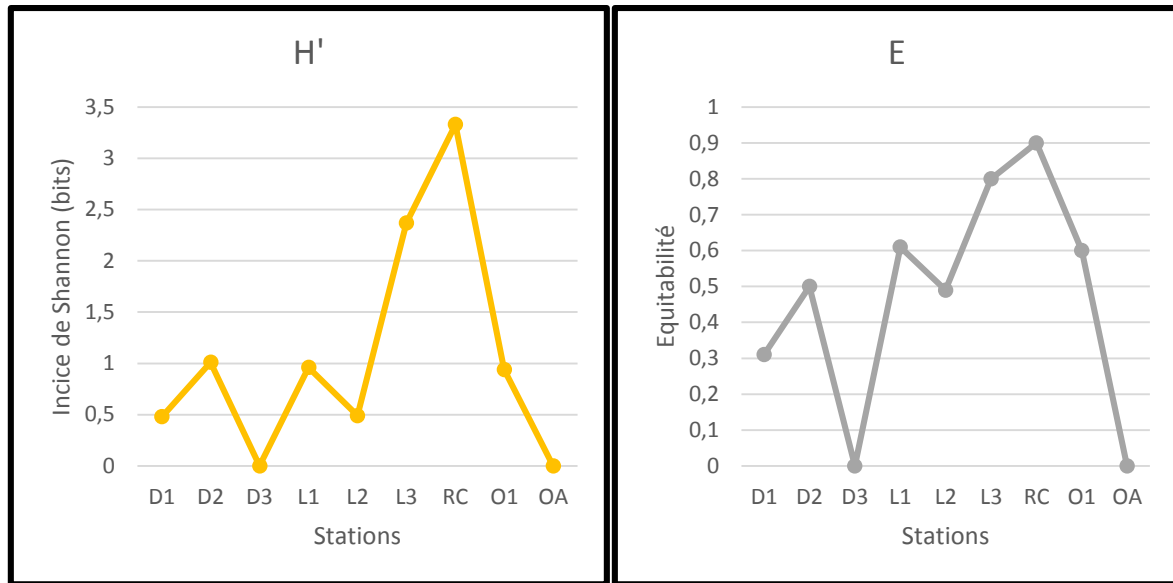


Figure 32: Évolution des indices de Shannon et Weaver (H') et d'Équitabilité (E) dans les stations d'étude.

L'indice de la diversité de Shannon, utilisé couramment pour des comparaisons entre sites, révèle une diversité un peu plus élevée (3,33 bits) dans la retenue collinaire (RC) par rapport à celle enregistrée dans les autres stations (cours d'eau). Cela est due à la richesse spécifique de cette station (treize espèces représentant 81.25% de l'odonatofaune recensée) qui est conditionnée principalement par l'hétérogénéité et la physionomie de ce site. En effet, la station (RC) est un milieu lentique offrant ainsi des conditions idéales à l'installation et au bon développement des odonates, ce qui engendre une grande diversité et un équilibre du milieu.

À l'inverse des stations d'eau lotique, dont les berges sont encerclées par des ceintures arborescentes et une végétation herbacée très denses réduisant l'apport en lumière. Cet ombrage peut gêner le bon fonctionnement écologique du plan d'eau, amoindri sa température et réduit sa diversité. Dans la mesure que, selon Merlet et Itrac-Bruneau (2016), l'ensoleillement d'un site conditionne le peuplement odonatologique et la chimie de l'eau peut être également un facteur limitant de la diversité dans ce site. Ceci est en accord avec les conclusions de Subramanian (2005) qui a révélé que l'ombre et la végétation aquatique favorisent les Zygoptères plus que les Anisoptères, ce qui explique l'abondance des Zygoptères par rapport aux Anisoptères dans les cours d'eau étudiés.

D'une manière générale, H' et E augmentent d'une part, avec le nombre d'espèces et, d'autre part, avec la régularité de leur distribution d'abondance, autrement dit, un indice faible est une conséquence d'un faible nombre de taxons et/ou de la dominance de quelques espèces.



CONCLUSION



Conclusion

La présente étude réalisée sur les deux écosystèmes lotiques et lentiques du sous bassin versant de l'oued Aissi, a fourni des données sur la faunistique et l'écologie des odonates. Les deux milieux échantillonnés renferment presque 1/3 de l'odonatofaune Algérienne (30 %), composée de 297 individus répartis en 16 espèces appartenant à 6 familles. Elles sont récoltées dans neuf stations échelonnées entre 220 m et 920 m d'altitude. Certaines d'entre elles présentent un écoulement permanent, d'autres ont subi un assèchement.

En premier lieu, sur le plan identification et inventaire, les espèces observées nous permettent d'avoir une idée générale de certaines occupations dans les sites étudiés et d'avoir une première liste de l'odonatofaune de la région de Tizi Ouzou. En effet, cette initiative nous permettra de bien gérer et mieux conserver les écosystèmes aquatiques inféodés à cette région.

Sur le plan quantitatif, les deux familles d'Anisoptères ; **Calopterygidae** et les **Gomphidae** sont représentées avec seulement une seule espèce recensée soit 6% chacune, comparativement aux familles de Zygoptères, principalement **Coenagrionidae** qui est la famille la plus représentée en espèces en comptabilisant à elle seule cinq espèces soit, un tiers de l'odonatofaune inventoriée.

L'effectif du peuplement odonatologique a montré que *Calopteryx haemorrhoidalis* et *Boyeria irene* sont nettement dominantes. Elles représentent respectivement 75% dans le milieu lotique et 20% dans le milieu lentique, de la faune totale. Par ailleurs, nous avons confirmé la présence de *B. irene* uniquement sur les hauteurs de la zone d'étude. Il est important de préciser que sa présence en un seul individu dans la station OA, ne reflète pas forcément son adhérence à ce lieu, mais plutôt ça serait de la période et de la méthode d'échantillonnage qui ne permettent pas d'avoir une vision plus précise de l'abondance spécifique des zones choisies.

Le travail accompli a démontré que les connaissances sur la distribution des Odonates dans la région étaient encore à leurs prémices et que même si l'écologie de la plupart des taxons est aujourd'hui bien connue, les paramètres liés à leurs dispersions restent, quant à eux, uniques à chaque milieu.

Le milieu lentique semble le plus riche en espèces, avec une richesse totale de treize espèces dans la retenue collinaire de Ouacif. Dont certaines espèces montrent une exigence au milieu de vie. C'est le cas, par exemple, de *Brachythemis impertita* qui préfère des eaux

Conclusion

stagnantes. Par ailleurs, *Onychogomphus forcipatus* fréquente les eaux courantes. Tandis que d'autres n'ont pas de préférences particulières, comme c'est le cas d'*Ischnura graellsii*, d'*Anax imperator*, *Crocothemis erythrae* et de *Orthetrum coerulescens*.

L'analyse de la répartition de la faune récoltée a mis en évidence leur grande abondance dans les zones crénales. En revanche, les stations de basse altitude sont des secteurs à perturbations anthropiques, le bilan est relativement réduit. En raison probablement de la dégradation de leurs habitats privilégiés.

Les différents indicateurs utilisés, à savoir la richesse spécifique, l'abondance relative et l'occurrence relative ainsi que l'indices de diversité de Shannon-Weaver complété par l'équitabilité, ont permis l'étude descriptive de la structure du peuplement.

Nous déduisons que la retenue collinaire est bien le milieu qui présente les peuplements odonatologiques les plus stables et les plus équilibrés. La valeur de l'équitabilité qui tend vers un explique clairement une répartition équilibrée des individus entre les différents taxons dans cette station et une diversité spécifique.

En perspectives, il serait intéressant d'intensifier les efforts de prospection et d'étude en dehors de la saison printanière et estivale notamment, fin d'été et début d'automne, car nous nous sommes sans doute passés à côté d'espèces tardives.

Il serait également nécessaire dans les années à venir, de s'intéresser à l'identification des exuvies et des larves, ce qui permettra de confirmer l'autochtonie et la reproduction des espèces sur le site afin d'apporter de nouveaux éléments sur la distribution de ces libellules dans ce vaste territoire.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Abdesselam M., 1995.** Structure et fonctionnement d'un karst de montagne sous climat méditerranéen: exemple de Djurdjura occidental (Grande Kabylie, Algérie). Thèse de doctorat, en science de la terre, université de Franche Comté : 233p
- **Aguesse.P., 1968.** *Les Odonates de l'Europe occidentale, du nord de l'Afrique et des îles atlantiques*, Paris, Masson, 262p.
- **Aguesse.P., 1964.** Notes sur l'écologie et la répartition des Odonates du Massif Central. In: Bulletin de la Société entomologique de France, volume 69 (9-10). pp. 223-232;
- **A. Yalles Satha & B. Samraoui., 2017.** *Environmental factors influencing odonata communities of three mediterranean rivers: kebir-east, seybouse, and rhumel wadis, northeastern Algeria* . University of Annaba, *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, Vol. 72 (3)1-13p.
- **Baaloudi,A., 2017.** Module de formation sur : L'Odonatologie.Université Guelma, 3-26p.
- **Barbarin J-P., 2003.** *Les odonates (libellules) des tourbieres du nord-est cantalien* (Site NATURA 2000 FR 8301056).
- **Benchalel, W. & Samraoui, B., 2012.** Caractérisation écologique et biologique de l'odonatofaune de deux cours d'eau méditerranéens : l'oued El-Kébir et l'oued Bouaroug (Nord-Est de l'Algérie). *Méditerranée*, 118: 19-27p.
- **Bouchelouche., 2015.** *Etude des macroinvertébrés comme bio-indicateur de la pollution des cours d'eau du Nord-centre de l'Algérie*.thèse de doctorat, université USTHB.162-172p.
- **Bouchelouche, D., Kherbouche-abrous, O., Mebarki, M., Arab, A. & Samraoui, B. (2015).** The Odonata of Wadi Isser (Kabylia, Algeria): Status and environmental determinants of their distribution. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 70: 248-260p.
- **Bouchlaghem,E.H.,(2008).** *Caractérisation du peuplement Odonatologique du bassin versant des Oueds* : Cherf-Seybouse. Université Guelma.
- **Boudot, J.P. & De knijf, G., 2012.** Nouvelles données sur les Odonates du Maroc oriental et méridional (Odonata). *Martinia*, 28: 1-28p.

Références bibliographiques

- **Boudot, J.P., 2010.** Spécificités du peuplement en Odonates du nord de l'Afrique et observations récentes d'espèces remarquables (Insecta: Odonata). *Martinia*, 26: 109-122.
- **Bouziane.A ., 2018.** Contribution a la connaissance et a la mise a jour des odonates des cours d'eaux de la région d'el-kala: bioécologie des populations bioindicatrices de pollution cas de l'oued bouarroug. (thèse de Doctorat).université Annaba
- **Bricault.B/SNPN (2015).** Fiche odonates-inventaire des mares d'île de France.
- **Anholt, B. R. 1990.** An experimental separation of interference and exploitative competition in larval damselfly. *Ecology*: 1483-1493.
- **Corbet P.S., 1999.** Dragonflies: Behavior and Ecology of Odonata. *Ithaca, NY: Cornell Univ. Press.* 829 pp.
- **Corbet, P. S., Suhling, F. & Soendgerath, D., 2006.** Voltinism of Odonata: a review. *International Journal of Odonatology* 9: 1-44.
- **Córdoba-Aguilar,A., 2008.** *Dragonflies and Damselflies: Model Organisms for Ecological and Evolutionary Research: Model Organisms for Ecological and Evolutionary Research.* Oxford University Press.
- **Chelli.A., (2019).** *Diagnostic écologique et biologique des Odonates des milieux humides de la région de Béjaia* (Thèse de doctorat). Université de Béjaia.34-37p
- **Clausnitzer, V., Kalkman, V. J., Ram, M., Collen, B., Baillie, J. E., Bedjanič, M., Darwall, W. R., Dijkstra, K.-D. B., Dow, R. & Hawking, J. 2009.** Odonata enter the biodiversity crisis debate: the first global assessment of an insect group. *Biological Conservation* 142: 1864-1869.
- **D'Aguilar J., Dommaget 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 pages.
- **D'Aguilar, d, J.-L. Dommaget., 1985.** Guide des libellules d'Europe et d'Afrique du Nord. Delachaux et Niestlé Paris.
- **DAJOZ R., 2006.** Précis d'écologie. Cours et questions de réflexions 8ème édition Dunod.630p.
- **Dupont, P. coord.,2010.** Plan national d'actions en faveur des Odonates. Office pour les insectes et leur environnement / Société Française d'Odonatologie. Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, 170-178 p.

Références bibliographiques

- **FLANDRIN J., 1952.** La chaîne du Djurdjura: monographies régionales. XIX congrès géologiques internationales, Algérie 1ère série. 19 : p 49.
- **García N., Cuttelod A. & Abdul Malak D. (eds), (2010).** *The Status and Distribution of Freshwater Biodiversity in Northern Africa*. Gland, Switzerland, Cambridge, UK, and Malaga, Spain: IUCN, xiii+141 pp. Extrait de: http://cmsdata.iucn.org/downloads/the_status_and_distribution_of_freshwater_biodiversity_in_northern_africa.pdf
- **Gelard J. P., 1979.** Géologie du Nord-Est de la Grande Kabylie : un segment de zones internes de l'orogène littoral maghrébin. Thèse Doctorat ès Sciences, Université de Dijon : 335 pp.
- **Grand D. et Boudot J.P. (2006).** Les Libellules de France, Belgique et Luxembourg. Ed. Biotope, Mèze, (Collection Parthénope). 480 p.
- **Grand, D., 2009.** *Les libellules et le réchauffement climatique*. *Rev. sci. Bourgogne-Nature* – 9/10. 124-133p.
- **Grand, D., 2010.** *Deux siècles d'étude des libellules en Rhône-Alpes (Insecta : Odonata)*. In: Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon, hors-série numéro 2, évaluation de la biodiversité rhônalpine. pp. 23-29.
- **Kabouche B., 2013.** Note sur les odonates de la région d'Oran (Algérie), compte-rendu de prospections (septembre 2011). *Poiretia, Rev. Nat. du Maghreb*, (5): 1-5.
- **Hafiane M., Hamzaoui D., Attou F., Bouchelouche D., Arab A., Alfarhan A.H. & Samraoui B., 2016.** Anthropogenic impacts and their influence on the spatial distribution of the odonata of wadi el harrach (north-central Algeria). *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 71 (3)
- **Haouchine S., 2011.** *Recherche sur la faunistique et l'écologie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie*. Mémoire de Magister, U.M.M. Tizi Ouzou.
- **Jourde P., 2004.** Densités remarquables d'odonates en val de Seugne (département de Charente-Maritime- France). *Martinia* 20 (1) : 7-12.
- **Jourde P., 2010.** Les odonates, biologie et écologie (1ère Partie), *Revue Insecte* 157 (2) : 3-8.
- **Kalkman V. J, Clausnitzer V, Dijkstra K.D.B, Orr, G, Paulson D.R. Et Van Tol J. (2008).** Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. *Hydrobiologia* 595 (1), 351-363.

Références bibliographiques

- **Khelifa R., Youcefi A., Kahlerras A., Al Farhan A., A-Sal-Rasheid K. & Samraoui B., 2011.** L'odonatofaune (Insecta : Odonata) du bassin de la Seybouse en Algérie: intérêt pour la biodiversité du Maghreb. *Revue d'écologie (Terre et Vie)*, 66 (1) : 55-66.
- **Khelifa, R., Mellal, M.K., 2017.** Host-plant-based restoration as a potential tool to improve conservation status of odonate specialists. *Insect Conservation and Diversity* 10 (2),151-160.
- **Lounaci A. & Daoudi D., 1996.** Travaux sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des insectes aquatiques du réseau hydrographique du Sébaou. Thèse Magister, Université de Tizi-Ouzou, 152.
- **Lounaci A., 2005.** Recherches sur la faunistiques, l'écologie et la biogéographie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie (Tizi Ouzou, Algérie). Thèse de Doctorat d'Etat. Université Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou, 3-46 p.
- **Menai R., 2005.** Contribution à l'étude des macro-invertébrés des eaux continentales de l'Algérie : Inventaire, écologie et biogéographie des Odonates. Thèse de Doctorat d'Etat de l'Université de Annaba – 1- 160 p.
- **Merlet F et Itrac-Bruneau R., 2016.** Aborder la gestion conservatoire en faveur des Odonates. Guide technique. Office pour les insectes et leur environnement et Société française d'Odonatologie. 90-96 p.
- **PNRP.Poignant,M., 2017.** *Les Odonates du Perche état de connaissances*, 2010-2022, 168 p.
- **RamadeF., 1994.**Eléments d'écologie fondamentale. 2^{eme} édition Paris, 579 p.
- **Ramade, F., 2003.** *Éléments d'écologie : Ecologie fondamentale*. 3^{ème} edition. Dunod. Paris:190 p.
- **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." *Gland, Switzerland and Malaga, Spain* : IUCN. vii + 33 p.
- **Robert. A., 1963.** *Les libellules de Québec*. Service de la faune, Bulletin (1). 236 p.
- **Samraoui, B. & Menai, R., 1999.** A contribution to the study of Algerian Odonata. *Int. J. Odonatol.*, 2 : 145-165.

Références bibliographiques

- **Samraoui, B., Boudot, J-P., Ferreira, S., Riservato, E., Jovic, M., Kalkman, V.J. & Schneider, W., (2010).** *The status and distribution of dragonflies.* Pp. 51-70 In: N. Garcia, A. Cuttelod & D. Abdul Malak (eds). *The status and distribution of freshwater biodiversity in Northern Africa.* IUCN, Gland, Switzerland, Cambridge, U.K. and Malaga Spain.
- **Samways M.J., 1998.** *Insect population changes and conservation in the disturbed land- scapes of Mediterranean-type ecosystems.* In *Landscape Disturbance and Biodiversity in Mediterranean-Type Ecosystems*, ed. PWRundel, G Montenegro, FM Jaksic, pp. 313-331. Berlin: Springer.
- **Samraoui B. & Corbet P.S., 2000 b.** The odonata of Numidia, northeastern algeria. Part II. Seasonal ecology. *International Journal of Odonatology*, 3 (1) : 27-39.
- **Satha, H. 2014. 2017.** Evaluation de l'intégrité écologique des eaux de l'oued Seybouse. Mémoire de Master. Université de Guelma. 111p.
- **Simaika, J.P. & Samways, M.J., 2012.** *Using dragonflies to monitor and prioritize lotic systems: a South African perspective.* *Org. Divers. Evol.*, 12: 251-259.
- **Subramanian K.A. (2009).** A Checklist of Odonata of India. Zoological Survey of India. 36 p.
- **Suhling F., Schenk K., Padeffke T. & Martens A., 2004.** A field study of larval development in a dragonfly assemblage in African desert ponds (Odonata). *Hydrobiologia*, 528: 75-85.
- **Ternois V., 2011.** *Déclinaison régionale du plan national d'actions en faveur des Odonates - Champagne-Ardenne -2011-2015.* CPIE du Pays de Soulaïnes/SFO Champagne-Ardenne/DREAL Champagne-Ardenne. 27p.
- **Testard P., 1981.** *Odonates in : Durand J.R et Lèveque C. Flore et faune aquatiques de l'Afrique Sahélo soudanienne.* Initiations-Documentations Techniques, ORSTOM, Paris, (45): pp. 445-481.
- **THIEBAULT J., 1952.** Socle métamorphique en grande Kabylie : monographie régionale. XIX^{ème} congrès géologique international, Algérie, 1^{ère} série (4) : 43p.
- **UICN France, MNHN, OPIE & SFO., 2016.** La Liste rouge des espèces menacées en France. Chapitre Odonates de France métropolitaine. Paris, France. <http://uicn.fr/liste-rouge-libellules/>

Références bibliographiques

- **YAKOUB B., 1996.** *Le problème de l'eau en grand Kabylie. Le bassin versant de Sébaou et la wilaya de Tizi-Ouzou.* Edition Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou: 210p.
- **Yalles Satha, A. & Samraoui, B., 2017.** *Environmental factors influencing odonata communities of three Mediterranean rivers : Kebir-East, Seybouse, and Rhummel wadis, northeastern Algeria.* *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 72: 314-329.
- **Yasri-Cheboubi., 2018.** *Recherches sur la faunistique, l'écologie et la zoogéographie de plecopteres d'algerie.* Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou.
- **Zebsa R., 2016.** *Ecologie et statut des Gamphidae (Odonata) à Oued Seybous.* Thèse de Doctorat, Université de Guelma, Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie, 139 p.

SITES INTERNET

- Arizona Dragonflies : [http:// azdragonfly.org/external-anatomy](http://azdragonfly.org/external-anatomy)
- <http://www.libellules.org/cycle/vie-odonates.html>.
- <https://odonatas69.blogspot.com/p/biologie-des-odonates.html>
- Site de la Société Française d'Odonatologie (Sfo) : www.libellules.org
- Site du Groupe Sympetrum : www.sympetrum.fr
- ww.blog.cpi-plongee.fr/Documents/Bio/libellules.pdf

Annexes

Annexe I : Les Températures mensuelles moyennes de l'air en °C (maximales, minimales et moyennes) et Précipitations moyennes mensuelles, enregistrées à Tizi-Ouzou durant la période 2012-2019 (**Source : la station météorologie de Tizi-Ouzou**).

Année 2012		JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot	Moy
T°Moy/mensu	0	9,9	6,5	13,3	15,3	19,9	26,4	27,8	30,3	24,4	20,8	16,3	11,9	222,8	18,6
T°Moy/mensu	mini	5,6	2,7	9,0	11,0	14,0	20,0	21,6	23,4	18,7	15,8	12,5	8,2	162,5	13,5
T°Moy/mensu	MAX	16,3	11,9	19,7	21,1	27,0	34,2	35,7	30,1	32,3	28,1	21,8	17,4	295,6	24,6
T°Max/absol		19,1	19,0	26,5	33,5	33,0	42,5	43,7	45,2	40,6	38,0	31,7	25,3		
date		le01	le25	le20	le28	le31	le29	le26	le17	le21	le04	le04	le25		
T° min/absol		2,2	-0,4	3,5	6,4	9,2	16,6	17,0	19,5	14,2	9,0	7,0	3,8		
date		le20	le13	le01	le17	le01	le05	le24	le26	le04	le29	le30	le10		
RR en mm&1/10		69,5	269,5	97,8	146,8	40,2	1,1	0,0	6,4	10,9	96,3	68,7	39,8	847,0	

Année 2013		JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot	Moy
T°Moy/mensu	en°C	10,8	9,4	14,3	15,8	17,5	22,0	26,7	26,9	24,1	23,1	13,6	11,2	215,4	18,0
T°Moy/mensu	mini	6,9	5,2	10,4	11,3	12,8	15,5	20,3	20,3	19,1	18,1	17,9	7,4	165,2	13,8
T°Moy/mensu	MAX	15,7	14,6	19,4	21,8	23,0	28,9	34,5	35,1	31,1	30,6	10,7	16,9	282,3	23,5
T°Max/absol		23,0	22,7	28,0	28,7	31,1	41,5	41,8	42,5	36,5	39,6	5,0	20,0		
date		le19	le01	le22	le14	le09	le17	le27	le06	le26	le03	le28	le24		
T° min/absol		3,6	2,4	2,0	6,1	9,3	11,0	16,8	17,2	14,7	13,3	30,0	4,0		
date		le26	le10	le16	le08	le06	le02	le08	le22	le23	le31	le07	le09		
RR en mm&1/10		211,8	185,7	93,5	64,5	151,6	0,0	0,3	11,3	37,6	39,0	164,9	103,7	1063,9	

Annexes

Année		JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot	Moy
2014															
T°Moy/mensu	en°C	12,3	12,8	12,3	17,5	19,2	23,7	27,0	28,0	26,2	21,6	17,3	10,9	228,8	19,1
T°Moy/mensu	mini	8,6	8,6	8,2	11,3	13,2	17,4	20,0	21,5	21,0	16,0	13,5	7,7	167,0	13,9
T°Moy/mensu	MAX	17,6	18,8	17,5	24,3	26,5	30,7	34,7	35,9	33,7	29,0	22,7	15,4	306,8	25,6
T°Max/absol		23,4	26,5	25,5	28,5	32,5	39,6	43,5	41,4	37,5	36,5	29,5	20,4		
date		le10	le15	le18	le24	le12	le28	le18	le09	le03	le08	le22	le24		
T° min/absol		3,3	1,5	3,8	6,5	8,6	11,0	17,0	18,8	18,0	9,3	8,0	2,6		
date		le01	le03	le09	le26	le05	le03	le23	le03	le24	le31	le07	le30		
RR en mm&1/10		110,1	110,2	172,4	5,3	10,0	48,4	0,2	3,6	11,8	26,5	61,6	272,4	832,5	

Année		JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot	Moy
2015															
T°Moy/mensu	en°C	9,9	9,8	13,1	17,3	21,4	24,7	29,7	28,8	24,4	20,2	14,9	12,2	226,4	18,9
T°Moy/mensu	mini	6,0	6,5	8,4	11,7	15,2	17,9	22,2	23,2	19,7	16,0	10,8	7,2	164,8	13,7
T°Moy/mensu	MAX	15,6	13,9	19,3	24,4	28,7	32,0	38,4	35,8	30,5	26,2	21,0	19,3	305,1	25,4
T°Max/absol		20,6	20,0	27,4	30,0	41,0	40,9	44,6	42,0	38,0	36,4	25,9	22,8		
date		le16	le11	le20	le16	le04	le30	le29	le08	le12	le05	le03	le19		
T° min/absol		2,5	1,2	3,6	6,0	9,5	15,0	20,0	19,5	14,4	11,4	5,5	4,2		
date		le03	le10	le01	le08	le23	le02	le18	le16	le26	le31	le28	le04		
RR en mm&1/10		200,9	181,5	70,2	0,0	10,4	15,3	4,1	2,6	41,1	81,7	102,7	0,0	710,5	

Année		JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot	Moy
2016															
T°Moy/mensu	en°C	12,8	12,6	12,5	16,1	19,0	24,3	27,9	27,1	24,3	22,5	15,7	12,6	227,4	19,0
T°Moy/mensu	mini	8,6	8,5	7,8	11,2	13,6	17,1	20,7	20,4	18,0	16,9	11,4	9,3	163,5	13,6
T°Moy/mensu	MAX	18,4	18,0	17,6	22,1	25,0	32,0	35,7	34,6	31,7	29,6	21,3	17,6	303,6	25,3
T°Max/absol		24,0	24,2	33,0	31,0	33,0	38,5	42,0	40,0	39,8	38,5	31,9	21,5		

Annexes

date		le 08	le 02	le 30	le15	le09	le28	le21	le01	le05	le25	le04	le05	
T° min/absol		3,7	2,5	2,4	5,7	5,1	11,5	13,5	16,5	14,5	12,2	7,4	4,5	
date		le 18	le 05	le 07	le10	le02	le02	le16	le24	le21	le31	le25	le31	
RR en mm&1/10		59,9	96,2	185,3	61,8	68,4	5,9	0,0	0,0	4,2	16,6	68,4	150,1	716,8

Année 2017		JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot	Moy
T°Moy/mensu	en°C	8,9	12,7	14,5	16,4	21,8	26,4	29,4	29,7	23,9	19,5	13,7	10,4	227,3	18,9
T°Moy/mensu	mini	5,2	8,6	8,8	10,5	15,2	19,8	22,3	25,1	18,1	13,5	9,8	7,5	164,4	13,7
T°Moy/mensu	MAX	13,7	18,2	21,2	23	29,6	34,6	37,5	37,4	30,0	26,7	19,4	14,3	305,6	25,5
T°Max/absol		21,1	27,4	27,0	28,1	37,5	42,7	47,2	46,0	37,2	31,8	31,9	20,7		
date		le31	le13	le3	le14	le05	le27	le31	le02	LE 01	le 13	le 03	le 31		
T° min/absol		0	2,4	5,0	7,5	10	15,5	16,2	17,6	14,8	11,2	6,2	2,8		
date		le18	le10	le25	le22	le 02	le07	3	le22	LE 11	le 28	le 22	le 05		
RR en mm&1/10		250	36	29	37,0	2	8,8	0,4	0	37,8	35,3	126	138,0	700,3	

Année 2018		JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot	Moy
T°Moy/mensu	en°C	11,2	9,9	13,6	16,5	17,8	22,8	27,8	27,4	25,3	19,1	14,9	11,9	218,2	18,2
T°Moy/mensu	mini	7,1	6,4	10,2	11,8	13,5	16,8	21,5	20,8	20,3	15,3	11,4	7,7	162,8	13,6
T°Moy/mensu	MAX	17,0	14,6	17,9	22,5	27,7	29,7	35,5	35,1	32,0	24,9	20,2	17,3	294,4	24,5
T°Max/absol		21,7	26,0	27,6	31,9	35,8	35,8	43,9	38,6	41,0	32,7	25,7	23,0		
date		25	28	10	23	24	28	13	16	3	14	12	4		
T° min/absol		4,1	2,0	4,3	5,6	8,8	12,7	17,5	19,2	14,3	7,4	6,3	4,9		
date		13	11	23	1	15	8	6	20	29	29	29	18		
RR en mm&1/10		31	108	187	102,0	33	34	0,5	0	42	182	175	44,0	938,5	

Annexes

Année 2019		JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot	Moy
		T°Moy/mensu en°C	9,2	10,7	13,5	15,3	18,8	25,1	29,1	28,5	24,6	20,5	14,3	13,4	223,0
T°Moy/mensu mini	5,8	6,2	8,6	11,8	13,5	16,8	21,5	23,0	19,5	15,7	11,3	9,7	163,4	13,6	
T°Moy/mensu MAX	14,0	16,9	19,8	22,5	27,7	32,4	35,5	35,5	31,5	27,4	18,5	18,4	583,6	48,6	
T°Max/absol	18,9	21,4	27,8	29,9	30,7	42,8	43,6	43,2	39,3	34,9	25,7	22,8			
date	27	10	16	18	28	29	6	1	14	14	2	20			
T° min/absol	1,6	2,9	4,7	7,4	9,2	12,3	19,9	18,3	14,9	16,3	5,7	5,4			
date	14	4	1	12	5	1	17	15	11	13	20	30			
RR en mm&1/10	187	51	51	56	35	1	11	10	0	43	220	22,0	687,0		

Annexe II : Les caractéristiques mésologiques des sites d'étude

Stations	D1	D2	D3	L1	L2	L3	RC	O1	OA
Localisation	À 6 Km au sud de Ain El Hammam	À 500m en amont de la station hydroélectrique de Souk El-Had	À 1 Km en aval de la station hydroélectrique de Souk El-Had	Située à environ 500 m en aval de la source Imi N'waman	Localisée à 500 m en amont de la ville des Ouacifs.	Localisée à 200 m du pont séparant Ait toudert et Ouadhias	Localisée à environ 7.5 km de la ville des Ouacifs.	Localisé à 300 m en aval du village Ath El-kaid	Localisée à 400 m du lieu-dit thakhoukht h
Altitude (m)	910	490	440	920	230	270	350	500	220
Pente (%)	10	2.5	2.5	10	2.5	1.5	2	9.5	0.5
Distance à la source (Km)	0.5	2	2.5	2	4.5	30	/	20	/

Annexes

Profondeur (cm)	5 à 10	30	40	40 à 50	10 à 20	30 à 40	200	30	10 à 20
Vitesse du courant	Rapide	Rapide	Très rapide	Très rapide	Moyenne	Moyenne	Stagnante	Rapide	Moyenne à rapide
Largeur du lit (m)	1.5 à 2	2	3	3	4 à 5	4 à 5	60	5	5 à 6
Substrat	Galet, graviers, sable, limons et débris végétaux	Gros galet, sable, limon et matière organique	Rochers, sable, galet, limons, graviers, peu de matières organiques	Gros rochers, gros galet, matière organique, débris végétaux	galets, graviers et sable	Galets, graviers et sable	Galets, sable et limon	Rochers, graviers et bloc, sable et galets	Galets, graviers, sable et limon
Stations	D1	D2	D3	L1	L2	L3	RC	O1	OA
Végétation bordante	Strate arborescente, arbustive et lianes assez denses.	Strate arborescente	Strate arborescente, arbustive	Strate arborescente et arbustive.	Strate arborescente et arbustive	Strate arbustive	<i>Typhaceae/ Cyperaceae</i>	Strate arbustive assez fournie	Strate arborescente assez dense
Végétation aquatique	Algue et mousse	Débris végétaux	Algue et mousse	Algues	Algues	Algue, mousse et débris végétaux	/	Mousse et débris végétaux	Mousse, débris végétaux et présence de macrophytes aux bordures

Annexes

Température moyenne de l'eau	13	15,5	16	16	18	26	27	18	20
Perturbation anthropique	/	Rejets urbains	Rejets urbains	Déchets ménager	Dépôt d'ordures sur les berges et rejets urbains.	Rejets urbains	Pompage d'eau	Pompage d'eau et rejets domestiques	Rejets urbains, extraction du sable et pompage d'eau

Annexe III: Répartition de la faune Odonatologique dans les stations d'étude.

	Stations	D1	D2	D3	L1	L2	L3	RC	O1	OA	Ab	Ab r	Oc r
	Alt (m)	910	490	440	920	230	270	350	500	220			
Calopterygidae													
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>		68	35	18	15	16	5		28		185	62,28	77,77
Lestidae													
<i>Lestes viridis</i>			2		3	2			5		12	4,04	44,44
<i>Sympecma fusca</i>							1	1			2	0,67	22,22
Coenagrionidae													
<i>Coenagrion scitulum</i>								4			4	1,34	11,11
<i>Enallagma cyathigerum</i>								2			2	0,67	11,11
<i>Erythromma lindenii</i>								8			8	2,69	11,11

Annexes

<i>Ischnura elegans</i>								1			1	0,34	11,11
<i>Ischnura graellsii</i>							3	6			9	3,03	22,22
Aeshnidae													
<i>Aeshna mixta</i>								5			5	1,68	11,11
<i>Anax imperator</i>								2			2	0,67	11,11
<i>Boyeria irene</i>		7	5		7	2			12	1	34	11,45	66,66
Gomphidae													
<i>Onychogomphus forcipatus</i>		3	2				3	1			9	3,03	44,44
Libellulidae													
<i>Brachythemis impartita</i>								5			5	1,68	11,11
<i>Crocothemis erythrae</i>							1	11			12	4,04	22,22
<i>Orthetrum chrysostigma</i>								3			3	1,01	11,11
<i>Orthetrum coerulescens</i>							2	2			4	1,34	22,22
Ab		78	44	18	25	19	15	51	45	1	297		
Rs		3	4	1	3	2	6	13	3	1			

GLOSSAIRE ODONATOLOGIQUE

- ✓ **Appendice** : Pièces souvent articulées rattachées à une autre ou au corps de l'insecte : palpes, pattes, ailes, appendices anaux...
- ✓ **Appendices anaux** : Pièces situées à l'extrémité de l'abdomen. Ceux du mâle se composent supérieurement d'une paire de cercoïdes et inférieurement d'une paire de cerques (Zygoptères) ou d'une lame supra-anale (anisoptères). La femelle ne possède que des cercoïdes.
- ✓ **Autochtonie** : Le fait d'être autochtone, espèce ou population assurant son développement complet dans un habitat déterminé de manière permanente ou quasi-permanente (tant que les conditions écologiques restent favorables). Ant : Allochtone.
- ✓ **Bassin versant** : Le bassin versant est une unité géographique définie à partir d'une section droite d'un cours d'eau et qui comprend toute la surface en amont de cette section de telle sorte que toute l'eau qui arrive sur cette surface transite, du moins en théorie, par cette section droite (Musy & Higy, 2004).
- ✓ **Benthique** : Lié à la zone de contact eau/substrat et aux sédiments du fond des milieux aquatiques.
- ✓ **Biocénose** : correspond à l'ensemble des êtres vivants (animaux, végétaux, champignons, bactéries, etc.) établis dans un même milieu, ou biotope. Ensemble, la biocénose et le biotope forment un écosystème.
- ✓ **Biodiversité** : désigne la variété des formes de vie sur la Terre. Ce terme est composé du préfixe bio (du grec βίος « vie ») et du mot « diversité ». Elle s'apprécie en considérant la diversité des écosystèmes, des espèces et des gènes dans l'espace et dans le temps, ainsi que les interactions au sein de ces niveaux d'organisation et entre eux.
- ✓ **Biogéographie (zoologique)** : étude de la répartition et des causes de la répartition des animaux sur la terre.
- ✓ **Bio-indicateur** : La présence de certaines espèces animales ou végétales peut être utilisée, dans le cadre d'un inventaire, pour estimer la qualité d'un milieu naturel ou sa biodiversité. Les odonates ne constituent pas un bon indicateur de qualité de l'eau mais ils sont un bon indicateur de la biodiversité.
- ✓ **Brassage génétique** : est le résultat de l'ensemble des recombinaisons génétiques dans une population.
- ✓ **Cercoïdes** : appendices anaux supérieurs, en forme de lames parallèles ou recourbées en pince.

Glossaire odonatologique

- ✓ **Chaîne trophique** : Ensemble des relations qui s'établissent entre des organismes en fonction de la façon dont ceux-ci se nourrissent. Comprend des producteurs (algues, par exemple), des consommateurs primaires (herbivores), des consommateurs secondaires (carnivores) et des décomposeurs (ou détritivores). Les polluants qui ne se dégradent pas ou peu vont se concentrer au sommet de la chaîne trophique, chez les prédateurs. Est également désignée par « chaîne alimentaire ».
- ✓ **Coeur copulatoire** : Phase de l'accouplement durant laquelle le mâle tient la femelle par la tête ou le prothorax et la femelle appose ses pièces génitales sur les organes copulateurs du mâle. Dans cette position, les deux partenaires dessinent un coeur.
- ✓ **Cosmopolite** : est une espèce, végétale ou ... autre aspect du cosmopolitisme est celui des limitations écologiques.
- ✓ **Cours d'eau** : Les cours d'eau, de par leur aspect dynamique, constituent le principal vecteur de transport de l'eau liquide de la terre vers les océans. Au-delà de cet aspect, il ne faut pas oublier que ces derniers permettent aussi de stocker de l'eau de manière temporaire ou permanente (Musy & Higy, 2004).
- ✓ **Écosystème** : unité écologique de base, formée par le milieu (biotope) et les organismes animaux et végétaux qui y vivent (biocénose).
- ✓ **Émergence** : en odonatologie, transformation de la larve aquatique en imago aérien (Cf. mue imaginale et métamorphose).
- ✓ **Endémique** : Qualifie le fait qu'une espèce vivante soit exclusivement inféodée à une aire biogéographique donnée, en général de faible étendue.
- ✓ **Endémisme** : espèce localisée à une aire géographique plus ou moins restreinte (île, pays, régions, pays, etc.).
- ✓ **Eurytherme** : espèces dont les exigences écologiques supportent une importante marge de la température. Cf. sténotherme.
- ✓ **Eutrophisation** : Un apport excessif de substances nutritives (nitrates agricoles et des eaux usées et secondairement des phosphates) est la principale cause pouvant conduire à un déséquilibre favorisant l'augmentation de la production d'algues et la prolifération d'invertébrés polluo-résistants. La disponibilité en lumière et en oxygène dissous diminue, entraînant la dégradation du milieu aquatique.
- ✓ **Exuvie** : Dernière mue larvaire qui est abandonnée lors de la métamorphose de la larve en insecte volant.
- ✓ **Exuvie(s)** : « peaux » ou dépouilles larvaires abandonnées après chaque mue aquatique par la larve, puis, lors de la dernière mue (terrestre), par l'imago au moment de l'émergence (ou mue imaginale). La dernière « peau » larvaire fixée sur divers supports

Glossaire odonatologique

à proximité de l'habitat aquatique, est utilisée dans le cadre des études odonatologiques pour prouver le caractère autochtone des espèces dans l'habitat larvaire et en estimer les populations. Voir aussi mue(s).

- ✓ **Héliophile** : espèce qui recherche un ensoleillement important pour assurer son développement ou son activité de reproduction dans des conditions optimales.
- ✓ **hétérométabole** est un insecte ptérygote (insecte à ailes) pour lequel il n'y a pas de stade intermédiaire entre la larve et l'adulte. Le cycle de vie des insectes est complexe, mais son développement peut se résumer comme suit : de l'œuf, l'insecte passe au stade larvaire ou juvénile.
- ✓ **Imaginale (mue)** : la mue imaginale (étape de la métamorphose) constitue la dernière mue de la libellule qui prend alors sa forme d'adulte ailé en quittant l'élément liquide. Cf. émergence.
- ✓ **Imago** : Stade adulte des insectes.
- ✓ **Lame supra-anale** : appendices anaux inférieurs des anisoptères, parfois divisé en 2 lobes
- ✓ **Lame vulvaire** : organe femelle situé sous S8 en forme de lèvre, de bec verseur ou de goulotte par où sortent les oeufs. Remplacé par un ovipositeur chez les espèces insérant leurs oeufs dans les tissus végétaux.
- ✓ **Lame vulvaire** : organe femelle situé sous S8 en forme de lèvre, de bec verseur ou de goulotte par où sortent les oeufs. Remplacé par un ovipositeur chez les espèces insérant leurs oeufs dans les tissus végétaux.
- ✓ **Larve** : est le premier stade de développement de l'individu après l'éclosion de l'œuf ou la naissance chez un grand nombre d'espèces animales ayant un développement post-embryonnaire appelé « indirect ».
- ✓ **Lentique** : terme caractérisant les habitats d'eau stagnante et les espèces s'y développant (mares, étangs, lacs...).
- ✓ **Lotique** : terme caractérisant les habitats aux eaux courantes et les espèces s'y développant (ruisseaux, rivières, fleuves...).
- ✓ **Métamorphose** : transformation de la larve en adulte. Il y a lieu de distinguer les métamorphoses complètes qui caractérisent une transformation radicale lors de l'état ou stade nymphal (Coléoptères, Diptères, Lépidoptères, Hyménoptères...), des métamorphoses « incomplètes » qui ne présentent pas de stade fixe (nymphal) mais des transformations progressives que subit la larve au cours de son développement jusqu'à l'état adulte (Orthoptères, Hémiptères, Hétéroptères, Odonates...). Les Odonates sont

classés parmi les insectes hétérométaboles en raison notamment de leur métamorphose progressive et d'hémimétaboles caractérisant une progéniture pourvue d'organes larvaires provisoires vivant dans un milieu différent de celui occupé par les adultes. Voir aussi émergence pour les Odonates.

- ✓ **Micro-habitat** : désigne, dans le domaine de l'écologie, un habitat de petite taille pour les animaux. Un microhabitat possède des caractéristiques différentes de celles de son environnement direct, notamment sur les plans physique et écologique.
- ✓ **Mue(s) (larves)** : chez les larves Odonates, changement périodique du tégument (changement de « peau »), s'accompagnant peu à peu, outre l'augmentation progressive de la taille de la larve, de modifications plus ou moins profondes de la structure du corps et des organes internes (apparition des fourreaux alaires...). Selon les espèces et les conditions écologiques de l'habitat, les larves d'Odonates effectuent entre 8 et 18 mues sur une durée de 45 jours à six ans selon les espèces et les conditions environnementales. Syn. exdysis.
- ✓ **Niche écologique** : correspond au rôle de l'espèce dans le fonctionnement de l'écosystème. L'habitat d'une espèce désigne son adresse tandis que la niche correspond à son métier. Deux espèces qui exploitent la même ressource de la même façon sont dits avoir la même niche et ne peuvent cohabiter durablement.
- ✓ **Ovipositeur** : organe femelle situé sous les derniers segments abdominaux des Zygoptères et des anisoptères, utilisé lors de la ponte pour introduire les oeufs dans des tissus végétaux (remplacé chez certaines espèces par une lame vulvaire).
- ✓ **Parade nuptiale** : le comportement adopté par un animal en vue d'attirer un partenaire sexuel et de le convaincre de s'accoupler.
- ✓ **Perturbation anthropique** : est le dérangement de la faune, défini par Triplet et Schricke, en 1999 comme « tout événement généré par l'activité humaine qui provoque une réaction (l'effet) de défense ou de fuite d'un animal, ou qui induit directement ou non, une augmentation des risques de mortalité (l'impact) pour les individus de la population considérée ou, en période de reproduction, une diminution du succès reproducteur ». Les anglophones parlent de « human disturbance ».
- ✓ **Pièces copulatrices** : organes de stockage et de transfert du sperme, situés sous le deuxième segment abdominal des mâles. Le transfert du sperme des organes génitaux vers les organes copulateurs permet au mâle de maintenir la femelle tout en la fécondant.

Glossaire odonatologique

- ✓ **Pollution** : est la dégradation d'un écosystème ou de la biosphère par l'introduction, généralement humaine, d'entités (physiques, chimiques ou biologiques), ou de radiations altérant le fonctionnement de cet écosystème.
- ✓ **Prédation** : est une interaction trophique directe, de nature antagoniste, entre deux organismes, par laquelle une espèce dénommée prédateur, consomme entièrement ou partiellement une à plusieurs espèces dénommée(s) proies, généralement en les tuant, pour s'en nourrir ou pour alimenter sa progéniture.
- ✓ **Proie** est un organisme capturé vivant, tué puis consommé par un autre, qualifié de prédateur. La proie ou espèce prédatée est chassée par le prédateur ou espèce prédatrice.
- ✓ **Prothorax** : partie antérieure du thorax, relié à la tête et portant les pattes antérieures.
- ✓ **Prothorax** : partie antérieure du thorax, relié à la tête et portant les pattes antérieures.
- ✓ **Ptérostigma** : zone épaissie, opaque et souvent sombre située sur le bord antérieur de l'aile, près de l'extrémité.
- ✓ **Réchauffement climatique** : est le phénomène d'augmentation des températures moyennes océaniques et atmosphériques, du fait d'émissions de gaz à effet de serre excessives.
- ✓ **Régime thermique** : est l'autre paramètre climatique de base utilisé pour définir les zones agro-écologiques. Le régime thermique a trait à la quantité de chaleur pouvant servir à la croissance et au développement des plantes durant la période de croissance.
- ✓ **Rhéophile** : qui vit dans les eaux courantes vives.
- ✓ **Ripisylves** : écosystèmes forestiers qui se développent le long des cours d'eau.
- ✓ **Sirocco** : Vent chaud et très sec qui souffle du désert vers le littoral sur tout le bassin de la Méditerranée.
- ✓ **Sténoèce** : Se dit d'une espèce dont la niche écologique est restreinte.
- ✓ **Suture** : ligne faisant la jonction entre certaines parties du corps.
- ✓ **Tandem** : formation d'appariement entre un mâle et une femelle d'odonates. Les appendices anaux du mâle agrippent la femelle à la tête ou au prothorax.
- ✓ **Taxon** : en systématique, désigne une unité de rang quelconque.
- ✓ **Thermophiles** : se dit des microorganismes qui vivent dans un environnement où la température est élevée. Organismes qui ont besoin d'une température élevée pour vivre.
- ✓ **Valence écologique** : Capacité d'une espèce (végétale ou animale) à tolérer les variations plus ou moins grandes des facteurs écologiques d'un milieu différent de son milieu naturel et de le coloniser.

Glossaire odonatologique

- ✓ **Zones humides** : selon la loi sur l'eau définit comme « les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année».

Résumé

Seize espèces appartenant à six familles ont été identifiées dans les Neuf stations échantillonnées sur le sous bassin versant de l'oued Aissi, prises entre 220 et 920 m d'altitude.

La station RC seule présente treize espèces différentes de la faune Odonatologique, c'est la station la plus riche par rapport aux stations d'eaux lotiques, en référence avec ses caractéristiques.

La variation de la richesse est strictement proportionnelle à la densité de la végétation riveraine est inversement à la pollution. On remarque aussi qu'il existe une relation significative richesse/surface (largeur du lit)

La composition de la communauté de libellules semble être sensible aux modifications de l'environnement général, de même, la présence de la faune d'Odonates sera toujours un bioindicateur fiable de la stabilité et de l'intégrité de l'écosystème et un candidat modèle pour la mise en œuvre d'un suivi de la biodiversité globale, ce qui représente une bonne raison pour préserver ces habitats aquatiques vulnérables.

Mot clefs : Sous bassin versant de l'oued Aissi, Odonates, Biodiversité, Bioindication, Milieux lotiques, Milieu lentique.

Abstract

Sixteen species belonging to six families were identified in the nine stations sampled on the sub-catchment area of Wadi Aissi, taken between 220 and 920 m altitude.

The RC station alone presents thirteen different species of the Odonatological fauna, it is the richest station compared to the lotic water stations, in reference to its characteristics.

The variation in richness is strictly proportional to the density of riparian vegetation and conversely to pollution. We also note that there is a significant relationship between richness and surface area (width of the bed).

The composition of the dragonfly community appears to be sensitive to changes in the general environment, likewise, the presence of Odonates fauna will always be a reliable bioindicator of ecosystem stability and integrity and a model candidate. for the implementation of global biodiversity monitoring, which is a good reason to preserve these vulnerable aquatic habitats.

Key words: Sub-catchment area of the Aissi wadi, Odonata, Biodiversity, Bioindication, Lotic environments, Lentic environment.