

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des sciences Biologiques et des sciences Agronomiques
Département de Biologie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Ecologie et Environnement
Spécialité : Biodiversité et Environnement

Thème

**La biodiversité des Odonates du sous-bassin
versant de l'Oued Boubhir dans la région de
Tizi-Ouzou**

Présenté par :

Melle MAHFOUFI Nassima

Melle SAIB Celia

Devant le jury :

Présidente : M^{me} CHAOUCHI-TALMAT N.

M.C.A à l'UMMTO

Promotrice : M^{me} SADOUDI-ALI AHMED D.

Professeur à l'UMMTO

Co-Promotrice : M^{me} AIT TALEB-DJENNADI L.

Doctorante à l'UMMTO

Examineur : Mr BENSIDHOUM M.

M.A.A à l'UMMTO

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciement

Avant toute chose, nous remercions le Dieu(Allah) le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de réaliser ce Modest travail.

Au terme de ce travail, toute notre gratitude à Madame Sadoudi-Ali Ahmed. D, professeur à l'UMMTO d'avoir accepté de nous encadré.

Nos vifs remerciements vont à notre Co-promotrice DJENNADI-AIT TALEB. L, doctorante à UMMTO pour tous les efforts qu'elle à fournis, ses critiques, 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 apportons notre gratitude à Mme CHAOUCHI-Talmat. N, Maitre de conférences A à l'université UMMTO, de nous avoir fait l'honneur de présider le jury de notre soutenance.

A monsieur BEN SIDHOUM M .Maitre-assistant à l'université UMMTO d'avoir gentiment accepté d'examiner et de juger notre travail.

Nous remercions également Mr SADOU. S et aussi Mr LAMINE .S Doctorants à l'UMMTO, pour l'aide qu'ils nous ont apporté, ainsi que toute l'équipe du laboratoire P.S.E.M.R.V.C.

Enfin, nous tenons à remercier toute personne ayant participé de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.

Dédicaces

Je dédie cet humble travail, comme preuve de respect, de gratitude et de reconnaissance à :

Mes chers parents, source de ma réussite, qui m'ont apporté soins et affection, ainsi que l'aide et les encouragements nécessaires qui m'ont permis de réaliser tous mes projets. Qu'ils trouvent à travers cette dédicace le faible témoignage de ma reconnaissance pour leurs efforts et sacrifice.

Mon cher Nassim, qui a été toujours à mes côtés dans les moments difficiles, qui n'a pas cessé de me conseiller et de m'encourager tout au long de mes études.

Mon cher frère Youcef et mes chers sœurs Zahia et Roza, source de motivation et d'inspiration.

Tous mes amis qui m'ont aidé et soutenu dans la réalisation de ce présent travail.

Enfin ma chère binôme Celia.

NASSIMA

Dédicace

Je dédie ce mémoire à ma chère maman, qui m'a encouragé à aller de l'avant et
qui m'a donné tout son amour

A la mémoire de mon père qui nous a quittés trop tôt, que Dieu lui garde dans
son vaste paradis.

A mon frère IDIR qui a toujours été là pour nous, supportant ses calets avec son
calme remarquable.

A mes sœurs « Karima, Fatma, Lydia, Liza » les sources de joie et pour l'amour
qu'elles me réservent ainsi leurs encouragements.

A mes nièces Yasmin, Farah et mon neveu Oulhadj.

A mes beaux-frères Abdo et Sadji.

A mon soutien moral et source de bonheur ma chère copine SAMIRA CHERFI.

Une spéciale dédicace à mon cher binôme Nassima avant tout qui est ma vraie
copine pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce
projet et à toute sa chère famille.

CELIA

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction 1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Historique 3

I-Généralité et étymologie 3

I-1-Etymologie 4

I-2-Systématique et classification 4

I-3-Description des sous-ordres..... 4

 I-3-1- Les Anisoptères ou « libellules » 4

 I-3-2-Les Zygoptères ou « demoiselles » 5

I-4-Morphologie et anatomie des odonates 6

 I-4-1-Morphologie des adultes 7

 I-4-2-Morphologie des larves 8

I-5-Cycle de vie des odonates 10

 -L'accouplement..... 10

 -La ponte 11

 -L'œuf..... 11

 -Larve (stade larvaire) 12

 -L'émergence..... 12

 -Maturation..... 13

I-6- Ecologie des odonates 13

 I-6-1-Habitats des odonates..... 14

I-6-2-prédation	14
I-6-3-Alimentation	14
I-6-4-Conditions climatiques.....	15
I-7-Statut de conservation et répartition géographique des odonates.....	15
I-8-Répartition géographique	16
I-9-Bio-indication.....	17
Chapitre II : présentation de la région d'étude	
I-Caractéristique générales	19
I-1-Situation géographique de la région d'étude	19
I-2-Le contexte géologique	20
I-3-Climatologie	21
I-3-1-Précipitations.....	21
I-3-2-Températures.....	22
-Température de l'air.....	22
I-4-Synthèse climatique.....	23
I-4-a-Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen	23
I-4-b-Quotien pluviométrique d'Emberger « Q »	24
II-Description des cours d'eau et des stations d'étude.....	27
-Le sous bassin versant de l'Oued Boubhir.....	27
II-1-Oued de Boubhir (O.B).....	27
II-2-Assif Sahel	28
II-3-Assif El Khemis	29
II-4-Assif Illilten	29
II-5-Assif Ousserdoune	30
III-Paramètres environnementaux	30
III-1-Le couvert végétal.....	30
III-2-Les perturbations anthropiques.....	31

III-2-1-Origine agricole.....	32
III-2-2-Pollution par la margine	32
III-2-3-Pollution d'origine mécanique	32
Chapitre III : Matériels et méthodes	
I-Matériels utilisés.....	33
-Filet entomologique	33
-Un appareil photo.....	33
-Le carnet de terrain	33
-Boites de pétrie	33
- Un tamis à mailles fines.....	33
-Des flacons remplis d'éthanol.....	33
-Un guide d'identification	34
-Loupe binoculaire	34
-Les étiquettes	34
-Une pince entomologique	34
II-Méthodologique	34
II-1-Travail effectué sur le terrain (captures des odonates)	34
-Collecte des larves	34
-Collecte des exuvies.....	35
-Capture d'adultes	36
II-2-Au laboratoire (Identification)	36
III-Indices écologique appliqués aux odonates	37
III-1-La richesse spécifique.....	37
III-2- Fréquence centésimale(FC)ou abondance relative(Ar)	37
III-3-Fréquence d'occurrence(Fo) ou constance (C).....	37
IV-Indice écologique de structure	38
IV-1-Indice de diversité de Shannon.....	38

IV-2-Indice d'équirépartition des populations (Equitabilité).....	39
V-Traitement statistiques des données	39
V-1-Analyse factorielle des correspondances (AFC).....	39
Chapitre IV : Résultats et discussions	
I-Analyse globale	40
II-Présence ou absence des espèces d'odonates dans les cinq stations	42
III-Les indices écologiques appliqués aux odonates recensés.....	43
III-1-Les indices écologiques de composition.....	43.
-La richesse totale.....	43
-L'abondance relative(Ar) et fréquence d'occurrences(Fo)	43
III-2-Les indices écologiques de structure	46
-Indice de shannon et d'équitabilité	46
IV-Analyse écologique du peuplement odonatologique	47
IV-1-La phénologie des espèces inventoriée au sous bassin versant d'Oued Boubhir	47
IV-2-Ecologie des espèces inventoriées au sous bassin versant d'Oued Boubhir	49
IV-3-La chorologie des espèces répertoriées	51
IV-4-Distribution temporelle globale	53
V-Analyse statistique	54
V-1-Analyse factorielle des correspondances	54
Conclusion.....	57

Références Bibliographiques

Annexe

Résumé

Liste des figures

Numéro	Titre de figures	Pages
Figure 01	Aisoptère (Originale, 2022)	5
Figure 02	Zygoptère (Originale, 2022)	5
Figure 03	Anatomie des odonates adultes (Société française d'odonatologie national, 2007)	8
Figure 04	Larve de Zygoptères (Originale, 2022)	9
Figure 05	Larve d'anisoptère (Originale, 2022)	9
Figure 06	Cycle de vie des odonates	10
Figure 07	Accouplement chez <i>Platicnemis subdilatata</i> (Originale, 2022)	11
Figure 08	Ponte d'une femelle (<i>Onychogomphus costae</i>) (Originale, 2022)	11
Figure 09	Émergence d'un odonate (Originale 2022)	13
Figure 10	Libellule chassée par une grenouille	14
Figure 11	La liste rouge UICN (Samraoui et al., 2010)	16
Figure 12	Répartition des libellules du bassin méditerranéen et du nord de l'Afrique. (Centre de coopération pour la Méditerranée).	17
Figure 13	Situation géographique de la zone d'étude.	19
Figure 14	Les grandes unités morphostructurales de la Grande Kabylie (FLANDRIN, 1952).	21
Figure 15	Diagramme de Bagnouls et Gausson de la région de Tizi Ouzou (2010 - 2021).	24
Figure 16	Climagramme d'Emberger pour la période 2010-2021.	26
Figure 17	Station B1	27
Figure 18	Station B2	27
Figure 19	Station B3	28
Figure 20	Station S1	28
Figure 21	Station KH1	29
Figure 22	Station KH2	29
Figure 23	Station I1	30
Figure 24	Larve échantillonnée	35
Figure 25	Exuvie sur une roche	35

Figure 26	Adulte capturé	36
Figure 27	Chorologie des odonates recensés dans notre région d'étude	52
Figure 28	Plan factoriel F1 x F2 de l'AFC de distribution des espèces d'odonates dans les stations d'étude.	55

Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
Tableau 01	Critères de comparaisons entre les Anisoptères et Zygoptères (Bricault, 2012).	6
Tableau 02	La comparaison entre la larve d'Anisoptère et Zygoptères (Agueuse, 1968)	9
Tableau 03	Précipitations mensuelles (P) de la région de Tizi-Ouzou (2010,2021)	22
Tableau 04	Valeurs mensuelles des températures de Tizi-Ouzou (2010,2021)	23
Tableau 05	Valeur du quotient pluviométrique de la région de Tizi-Ouzou	25
Tableau 06	Liste des espèces d'odonates recensées dans les cinq stations d'études	40
Tableau 07	Présence/ Absence des espèces dans les cinq stations	42
Tableau 08	Richesse totale dans les cinq stations	43
Tableau 09	Abondance relative (Ar) et Fréquence d'occurrence (Fo)	44
Tableau 10	Indice de Shannon et d'Equitabilité	46
Tableau 11	Période de vol des odonates adultes au sous bassin versant d'Oued Boubhir	48
Tableau12	Répartition temporelle des odonates durant deux saisons.	53

Liste des abréviations :

OPN=Organisation de la protection de la nature

UICN=Union internationale pour la conservation de la nature

LC=Préoccupation mineure

Vu=Vulnérable

O.B= Oued Boubhir

A.O= Assif Ousserdoune

A.S=Assif Sahel

A.I=Assif Illilten

Introduction

Les écosystèmes aquatiques continentaux sont considérés comme les plus riches et productifs de la planète (Berquier, 2015). Ils jouent un rôle majeur dans le maintien de la biodiversité biologique puisqu'ils abriteraient environ 6 à 8 % des insectes (Dudgeon et al., 2006). Cette diversité biologique est à la base de la production de ressources et des services écologiques essentiels faisant des zones humides un patrimoine naturel exceptionnel.

Des ordres entiers d'insectes sont propres aux zones humides, se caractérisent généralement par une phase larvaire aquatique et un stade adulte dans les zones humides adjacentes comme les odonates (Mahdjoub, 2017).

Les odonates sont considérés comme étant les insectes les plus anciennement apparus sur terre. Ceci est prouvé par la découverte de nombreux fossiles qui ont vécu il y a plus de 320 millions d'années au Carbonifère (Mennai, 2005).

Selon Subramanian (2009), 5740 espèces d'odonates sont connues dans diverses niches écologiques à travers le monde. Bien que les libellules soient fortement réparties dans divers biotopes, elles sont très sensibles à l'altération de leurs habitats (Martin et Mayou, 2016).

Les Odonates sont des insectes regroupant les libellules et les demoiselles. Représentent un élément important de l'écosystème des milieux aquatiques. À la fois prédateurs et proies, ils contribuent à la régulation de la faune d'une part et d'autre part participent au maintien et au développement d'autres espèces animales (Rudelle, 2014). Leur présence est donc un indice sûr de la richesse faunistique des eaux douces (D'aguilar et Dommanget, 1998).

Beaucoup de travaux sur les odonates ont été réalisés, mais la majorité a été concentrée en Numidie et à l'est d'Algérie où la première liste odonatologique de 63 espèces a été réalisée sous la plume de Samraoui et Menai (1999).

En Kabylie, le travail sur les odonates n'a jamais été entrepris, et ce travail s'inscrit dans le programme de recherche nationale (Ait Taleb et al. 2022).

Notre travail est une contribution à l'inventaire des odonates dans le sous-bassin versant d'Oued Boubhir dans la région de Kabylie.

Méthodologiquement, ce document s'organise en quatre chapitres :

- Le premier chapitre c'est une synthèse bibliographique sur les odonates avec un accent particulier sur leur importance en tant que bio-indicateurs de la santé des zones humides.
- Le second chapitre est consacré à la description générale de la région et la zone d'étude.
- Le troisième chapitre « matériel et méthodes » contient une description détaillée des matériels et des méthodes consacrées à la réalisation de cette étude au laboratoire et sur le terrain.
- Le quatrième chapitre expose les résultats obtenus et discussion générale. En fin, les principales conclusions sont présentées et des éléments des perspectives sont ensuite proposés.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

Historique

Les odonates font partie des plus anciens insectes ailés apparus sur terre (Corbet, 2004 ; Grand & Boudot, 2006). L'origine de cet ordre remonte au Permien (Petrulevičius et al., 2011; Dijkstra et al., 2014). Ils sont représentés par plusieurs espèces géantes dont *Meganeuropsis permiana*, pouvant atteindre 70 cm d'envergure et considéré comme le plus grand insecte ayant jamais existé (Grimaldi & Engel, 2005 ; Beckemeyer & Hall, 2007).

Depuis maintenant plusieurs années, les odonates sont classés par les systématiciens en 2 grands sous-ordres : les Zygoptera ou « demoiselles » et les Eiproctophora composés de l'infra-ordre des Anisoptera ou « vraies libellules » et des Anisozygoptera, représentés uniquement par quelques espèces tropicales (Bechly, 1996 ; Kalkman et al., 2008 ; Dijkstra et al., 2013). En 2010, la base de données « Dragonfly & Damselfly World Catalog » identifiait 10 superfamilles, 30 familles, 652 genres et 5952 espèces. Cette diversité reste modeste comparativement à celle d'autres ordres d'insectes tels que les Coleoptera (300 000 espèces), les Diptera (150 000 espèces), les Hymenoptera (125 000 espèces) ou encore les Lepidoptera (120 000 espèces) (Grand & Boudot, 2006). De nouveaux taxons de libellules sont encore régulièrement découverts, notamment dans les régions équatoriales où la diversité spécifique de cet ordre est maximale (Grand & Boudot, 2006 ; Kalkman et al., 2008). La faune odonatologique du paléarctique occidental est considérée comme l'une des plus pauvres du monde (Askew, 2004 ; Grand & Boudot, 2006 ; Dijkstra & Lewington, 2007).

I. Généralité et Etymologie

Aujourd'hui, les odonates sont d'une taille plus modeste bien que certaines espèces figurent parmi les plus grands de nos insectes (*Anax imerator*). En effet si l'adulte mène une vie aérienne et possède une respiration trachéenne, la larve est exclusivement aquatique et présente une respiration branchiale (Legrand, 2001). Les odonates actuels sont représentés par près de 5000 espèces dans le monde (Silsby, 2001 ; H guilar et Dommanget, 1998) et se séparent en deux sous-ordres, les Zygoptères et les Anisoptères.

Ce sont des prédateurs que l'on peut rencontrer occasionnellement dans tout type de milieu naturel, mais qui se retrouvent plus fréquemment aux abords des eaux douces à saumâtres, stagnantes à faiblement courantes, dont ils ont besoin pour se reproduire (Corbet, 1999).

I.1. Etymologie :

En 1792, le naturaliste fabricius donna le nom d'odonata pour les libellules qui par la suite francisé en odonate. Le nom est une abréviation des mots grecs « odonato » (dents) et gnathos (mâchoire), signifiant 'mâchoire dentée', et une particularité anatomique causée par la forme de la mandibule chez l'adulte. La libellule, quant à elle, est dérivée des mots latins 'libellula' et 'libellule', signifiant petit livre, rappelant la position des ailes fermées comme les pages d'un livre (Boudot et al, 2017).

I.2. Systématique et classification :

Règne : **Animalia**

Embranchement : **Arthropoda**

Sous-Embranchement : **Hexapoda**

Classe : **Insecta**

Sous-classe : **Pterygota**

Ordre : **Odonata**

Sous-ordre : **Anisoptera**

Sous-ordre : **Zygoptera**

I.3. Description des Sous-ordres : Jusqu'à présent les odonates regroupent trois sous ordre : les Anisoptères, aussi connus sous le nom de libellule, les Zygoptères ou demoiselles et les Anisozygoptères ne comptent qu'une espèce himalayenne et une autre japonaise. Ce troisième sous ordre, est une composite morphologique des deux sous ordre précédents.

I.3.1. Les Anisoptères ou « libellules »

Les libellules sont des espèces d'odonate plus larges et plus grandes que les demoiselles. Elles ont une tête sphérique, des yeux exorbités avec un abdomen mince (Doucet, 2013). Elles s'étendent leurs 4 ailes différentes (2 fines antérieures et 2 grandes postérieures). Au repos. Se reconnaissent facilement à leur grand corps trapu.

Leur vol est rapide et puissant. Le mâle et la femelle ont souvent des couleurs différentes. (Medde, 2012) (Fig.1).



Figure 1. Anisoptère (Original, 2022)

I.3.2. Les Zygoptères ou « Demoiselles » :

Désignent des espèces d'odonates de petites tailles avec une tête large au corps fin aux yeux nettement séparés et qui remplit leurs ailes au-dessus d'elles (corps) quand elles se posent. Ce sont des espèces ayant deux paires d'ailes plus ou moins semblables. Leur vol est léger et papillonnant. (Medde, 2012) (Fig.2).



Figure 2. Zygoptères (Originale, 2022).

Il existe des différences majeures entre les deux sous ordres Anisoptères et Zygoptères, les principaux critères sont illustrés dans le tableau ci-dessous (Tableau1).

Tableau 1. Critères de comparaisons entre les Anisoptères et Zygoptères (Bricault, 2012).

Les Libellules ou Anisoptères	Les Demoiselles ou Zygoptères
Adultes	
<ul style="list-style-type: none"> • Grande taille • Yeux énormes et accolés • 2 paires d’ailes différentes, étendues au repos • Abdomen trapu et robuste • Vol rapide 	<ul style="list-style-type: none"> • Petite taille • Yeux petits et largement séparés • 2 paires d’ailes semblables, fermées au repos • Abdomen fin et élancé • Vol léger et lent
Larves	
<ul style="list-style-type: none"> • Larves de formes plus massives • Masque plat ou concave • Nage par expulsion du contenu rectal 	<ul style="list-style-type: none"> • Larves minces, allongées • Masque toujours plat • Nage par ondulation du corps

I.4. Morphologie et anatomie des Odonates :

Les odonates font partie des insectes les plus caractéristiques et faciles à identifier par leur morphologie (Attab, 2017), comme chez les autres insectes le corps des odonates comprend trois parties :

- La tête qui porte les antennes, les yeux, ocelles
- Le thorax qui porte les pattes (3paires) et les ailes (2paires)
- L’abdomen

I.4.1. Morphologie des adultes :

Les adultes contrairement à de nombreux adultes insectes aquatiques, sont souvent très colorés. La coloration concerne le corps et parfois les ailes (Tachet et al., 2000)

➤ La tête :

La tête des odonates est toujours plus large que le thorax et très mobile. Elle porte une paire d'yeux, chez les Zygoptères et une famille d'Anisoptères (Gomphidae), alors que chez tous les autres anisoptères les yeux occupent la moitié de la tête, deux antennes généralement de taille très réduite (Attab, 2017).

➤ Le thorax :

Le thorax est formé de deux parties distinctes ; le prothorax et le synthorax. Ce dernier étant composé du mésothorax et du métathorax fusionné. Le synthorax porte les deux paires d'ailes et les deux paires de pattes, médianes et postérieures. Quant au prothorax appelé le pronotum, il porte la tête et la paire de pattes antérieures (Tachet et al., 2010).

a. Les pattes

Les trois paires de pattes sont classiques et composées de pièces habituelles aux insectes :

- ✓ Coxa-trochanter
- ✓ Fémur
- ✓ Tibia
- ✓ Tarse, composée de trois (3) articles et de deux (02) griffes terminales.

Ces pattes sont dirigées toutes vers l'avant, ne servent guère à la marche mais permettent de grimper sur les supports (au moment de la pente par exemple) et servent couramment à la capture et on maintient des proies (Durand et Lèveque, 1981 ; D'Aguilar et Dommagnet, 1998).

b. Les ailes :

Au nombre de quatre, les ailes sont membraneuses, allongées et étroites, hyalines ou colorées, de même forme chez les Zygoptères et inégales ou colorées chez les anisoptères chez lesquelles les ailes postérieures sont larges à la base (D'Aguilar et al. 1985).

➤ Abdomen :

L'abdomen est toujours allongé cylindrique, est formé de dix segments bien visibles. Les formes et les couleurs des dessins situés sur cette partie du corps sont importants pour la détermination de certaines espèces d'odonates. Le dixième segment, assez court, porte des appendices anaux permettant au mâle de saisir la femelle derrière la tête lors de l'accouplement. C'est également en observant l'abdomen que l'on peut distinguer les individus mâle et femelle. Les mâles portent les pièces copulatrices sous le deuxième segment abdominal. Chez les femelles l'organe permettant la fécondation et la ponte des œufs appelé ovipositeur, est situé le huitième et le neuvième segment (Tachet et al., 2010) (Fig.3).

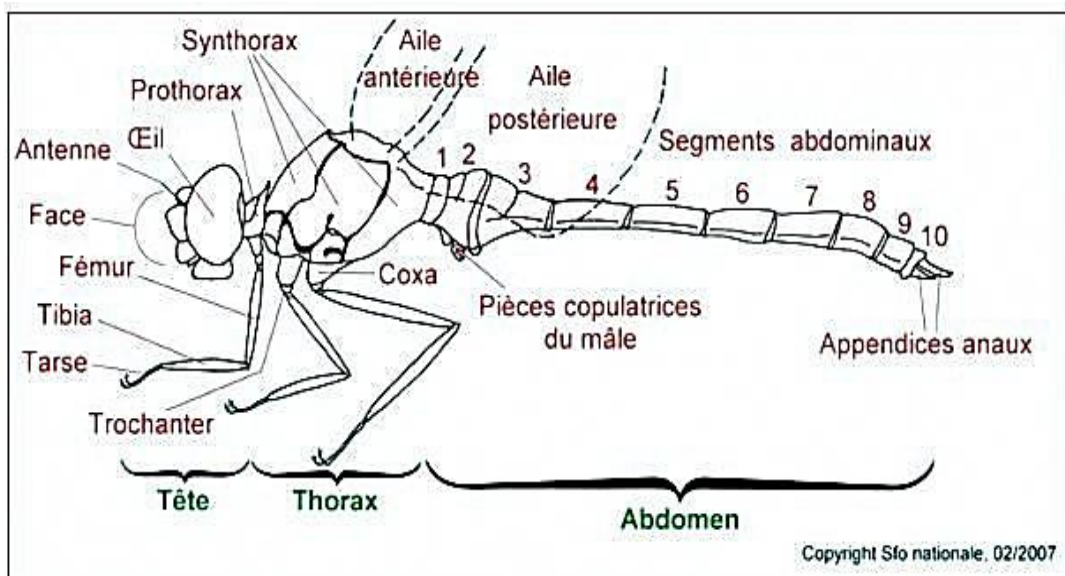


Figure 3 : Anatomie des odonates adultes (Société française d'odonatologie national, 2007)

I.4.2 Morphologie des larves :

Les larves d'odonate ont un corps divisé de la même manière que les adultes (figure 4 et 5). La partie inférieure de la tête présente la particularité de posséder un organe préhensile spécialisé pour la capture des proies appelé « labium » ou parfois encore « bras mentonnier » (doucet, 2010).

Leur forme générale est très allongée chez les zygoptères, tandis qu'elle est courte et élargie chez les anisoptères.



Figure. 4 : Larve de Zygoptère (Original, 2022)

Figure.5 : Larve d'Anisoptère (Original, 2022)

Il existe aussi des similarités entre la larve d'Anisoptère et de Zygoptères, le tableau 2 résume les différentes parties.

Tableau 2 : La comparaison entre la larve d'Anisoptère et Zygoptères (Aagueuse, 1968)

Les critères	Anisoptère	Zygoptère
La taille	Moyenne à grande	Petite à moyenne
Le corps	L'abdomen assez épais, sont trapues, courtes ou allongées ; l'absence ou la présence des épines.	L'abdomen assez long et plus ou moins fin ; l'absence des épines
Les yeux	Se touche ou sont séparés par un espace inférieur au largeur d'un seul œil.	Les yeux sont séparés par un espace supérieur à la largeur d'un œil.
Les appendices	Forment une pyramide anale qui se compose de 2 appendices supérieurs et inférieur	Ils sont constitués par 3 lamelles caudales
La respiration	Se fait au moyen de trachéobronchites	A l'aide de trois appendices foliacés

I.5 Cycle de vie des odonates :

Les odonates comme la plupart des insectes, ont un cycle de vie complexe (Corbet, 1999). Ce sont de grands prédateurs des écosystèmes aquatiques et humides auxquels ils sont étroitement liés (Corbet, 2004 ; Mc Peek, 2008). Ce sont à la fois des insectes hémimétaboles dont le développement est dépourvu de stade nymphal immobile et hétérométabole car l'adulte et la larve ne vivent pas dans le même milieu. Les différentes phases du cycle de développement sont détaillées ci-dessous :

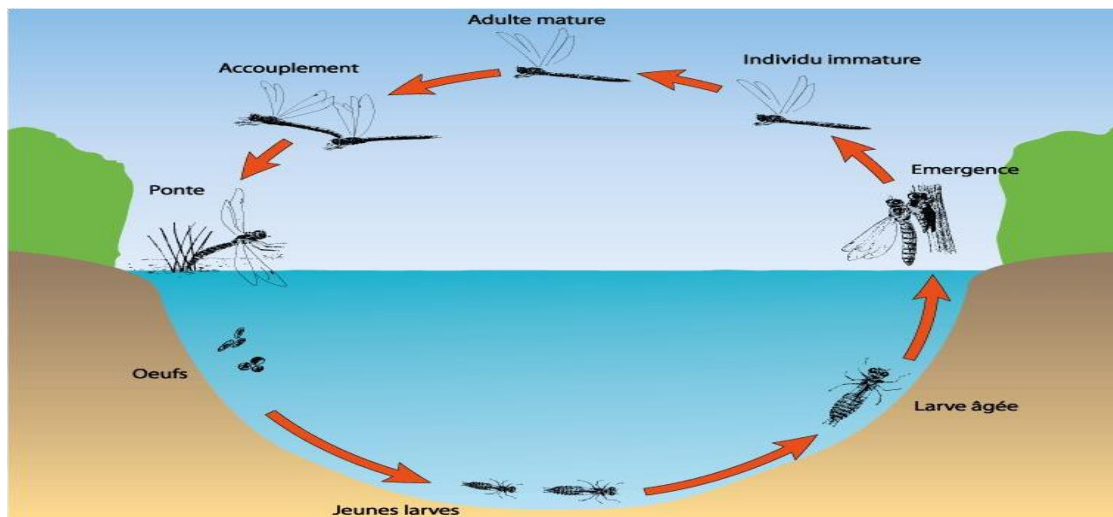


Figure 6 : Cycle de vie des odonates (Cyril BERQUIER, 2015).

- **L'accouplement :**

L'accouplement chez les odonates est une particularité dans le monde des insectes. Le mâle s'accouple immédiatement après avoir saisi la femelle. Pour s'accoupler, les libellules mâles doivent utiliser leurs appendices anaux pour saisir la femelle, soit au niveau de la tête, soit au niveau du thorax, selon les espèces. A tout moment de l'accouplement, le mâle doit effectuer un transfert de semence en vol tout en maintenant sa partenaire. La femelle qui s'accouple remplit son abdomen vers l'avant et, avec l'aide du mâle qui le place sous elle, les deux partenaires mettent leur partie d'accouplement en contact. L'accouplement peut avoir lieu entièrement en vol, en particulier avec les libellules, mais la plupart des espèces préfèrent se poser. Les partenaires d'accouplement forment le cœur copulatoire. L'accouplement peut être très bref, lorsque seuls les spermatozoïdes sont transférés. Peut-être long, plusieurs heures lorsque le mâle nettoie la cavité spermatique de la femelle avant l'introduction du sperme (Jourde, 2010) (Fig.7).



Figure 7 : Accouplement chez *Platicnemis subdilatata* (Originale, 2022)

- **La ponte :**

La ponte chez ce groupe faunistique se déroule juste après l'accouplement. Il existe deux principales techniques de ponte caractérisant ces espèces d'odonates : la ponte dans les tissus végétaux (endophytique) pour protéger leurs œufs des prédateurs, et la ponte exophytique c'est-à-dire dans l'eau. (Jourde, 2010) (Fig.8).



Figure 8 : Ponte d'une femelle (*Onychogomphus costae*) (Originale, 2022)

- **L'œuf :**

Cette phase peut durer quelques jours à plusieurs mois. Le lieu de ponte varie selon les espèces d'odonates : soit sur les tissus vivants ou morts, des végétaux aquatiques ou riverain ou sur les berges (végétaux, bois mort). D'autres pondent leurs œufs en vol, au-dessus de l'eau.

Le développement embryonnaire (dans l'œuf) peut durer de plusieurs jours à plusieurs mois. Après la ponte, l'embryon se développe jusqu'à l'éclosion qui donne naissance à une première larve, appelée pro larve (In Berquier, 2015).

- **La larve (stade larvaire) :**

La larve a une vie exclusivement aquatique. La durée de vie varie également d'une espèce à une autre, et dépend également de la température de l'eau et de l'abondance des proies. Cela peut varier de quelques semaines à une dizaine d'années. A ce stade, les larves mueront plusieurs fois après avoir atteint la forme adulte. La phase larvaire est plus longue que la phase de vie adulte (Krist, 2013).

- **L'émergence :**

Le passage de la vie aquatique à la vie terrestre des libellules est appelé émergence. Cette métamorphose, implique diverses modifications physiologiques et morphologiques chez l'insecte (jourde, 2010).

L'imago s'extrait de l'enveloppe chitineuse de la larve, appelée exuvie, puis durcit et sèche à l'air libre. Une fois son corps et ses ailes déployés, l'imago prend son envol, laissant derrière lui son ancienne enveloppe, appelée exuvie (Grand & Boudot, 2006 ; Wildermuth & Küry, 2009 ; Barneix et al., 2016). A ce stade, les odonates passent beaucoup de temps dans un état immobile, vulnérable et incapable d'échapper à toute tentative de prédation (Fig.9).



Figure 9 : Émergence d'un odonate (Originale 2022)

- **Maturation :**

Dans les instants qui suivent l'émergence, les individus immatures n'ont pas encore leurs colorations définitives ni leurs capacités de reproduction. Ils s'éloignent du milieu de développement à la recherche de proies (mouches, moustiques...) qu'ils capturent en vol. Ainsi durant cette période, les libellules renforcent leur constitution et atteignent le niveau de maturité sexuelle nécessaire à la reproduction (Jourde, 2010, Medde, 2012).

I.6. Ecologie des odonates :

Par rapport à d'autres groupes faunistiques, les odonates (libellules, demoiselles) forment un ensemble assez homogène quant à leur morphologie, leur cycle de développement et leur écologie générale. Le caractère le plus étonnant est l'appartenance de toutes les espèces à deux mondes radicalement différents : le milieu aquatique où se développent les larves et le milieu aérien où virevoltent les adultes. Ce changement de mode de vie implique d'importantes transformations physiologiques (Jourde, 2004).

I.6.1 Habitat des Odonates

Les connaissances avancées sur l'écologie des odonates ont montré qu'ils avaient de grandes exigences en matière d'habitat (Golfieri et al, 2016). La plupart des larves vivent habituellement enterrées dans le sédiment ou cachées sur la végétation aquatique augmentant leur chance d'obtenir de la nourriture et de la protection contre les prédateurs (chevalier, 2017).

Après émergence les adultes s'éloignent de l'eau pendant la phase de maturation sexuelle. Ils ne reviennent dans leur milieu que pour la reproduction. Les espèces migratrices peuvent se retrouver très loin de leur lieu de naissance (Ndiaye, 2010).

I.6.2 Prédation

Les Odonates font partie des espèces les plus menacées. Les larves sont prédatées par les protozoaires et batracien, de poissons...lors de la ponte. Les adultes sont la proie des araignées, des fourmis et les oiseaux tel que les guêpiers, les canards, les hirondelles (Mahfouf & khetabi, 2021) (Fig.10).



Figure 10 : Libellule chassée par une grenouille (Anonyme, 2012)

I.6.3 Alimentation

Les larves chassent à l'affut et capturent les proies en se servant de leur « masque » (labium ou lèvre inférieur) munie de dents. Les plus jeunes mangent des animaux unicellulaires, plus tard ils attrapent de petites crustacés et des insectes aquatiques. Les plus âgées se nourrissent d'isopodes, d'amphipodes, etc. (Bailo Ndiyaie, 2010).

Les adultes se nourrissent au vol de petits insectes (diptères surtout). Les anisoptères de grande taille peuvent chasser les Zygoptères. (Bailo Ndiyaie, 2010).

I.6.4 Conditions Climatiques

Les conditions météorologiques défavorables peuvent avoir un impact important sur le succès de reproduction dans la vie des odonates. Les basses températures réduisent les performances de vol et réduisent le succès de recherche de nourriture (Corbet, 1999 ; Braune et Rolff, 2001). Plusieurs études ont rapporté des effets négatifs de la faible température sur la durée de vie, le succès d'accouplement et la fécondité (Dick et al., 2013).

La plupart des études sur les conditions de l'environnement chez les odonates ont été faites sur le terrain et axée sur les composants du fitness à l'âge adulte.

I.7 Statut de conservation et répartition géographique des odonates :

Afin de protéger et conserver les odonates efficacement, il est nécessaire de bien connaître leur mode de vie. Elles passent une partie de leur vie dans l'eau et l'autre sur terre, ce qui implique qu'il y a deux habitats complètement différents à protéger, l'habitat aquatique et l'habitat terrestre.

Sans protection des biotopes, la protection des espèces serait totalement inefficace. De fait, les articles 14 et 20 d'ordonnance fédérale sur la protection de la nature et du paysage (OPN) stipulent qu'il est interdit de détruire ou d'endommager les sites indispensables au développement des espèces protégées. Ces dispositions légales garantissent une protection des rivières et plans d'eau qui abritent des espèces de libellules protégées.

La Liste rouge de l'UICN constitue l'outil de référence le plus fiable pour évaluer le risque d'extinction des espèces dans le monde (figure 8). Toutes les évaluations sont conformes aux Lignes directrices en matière d'application des Critères de l'UICN pour la liste rouge au niveau mondial (UICN 2003) (Fig.11).

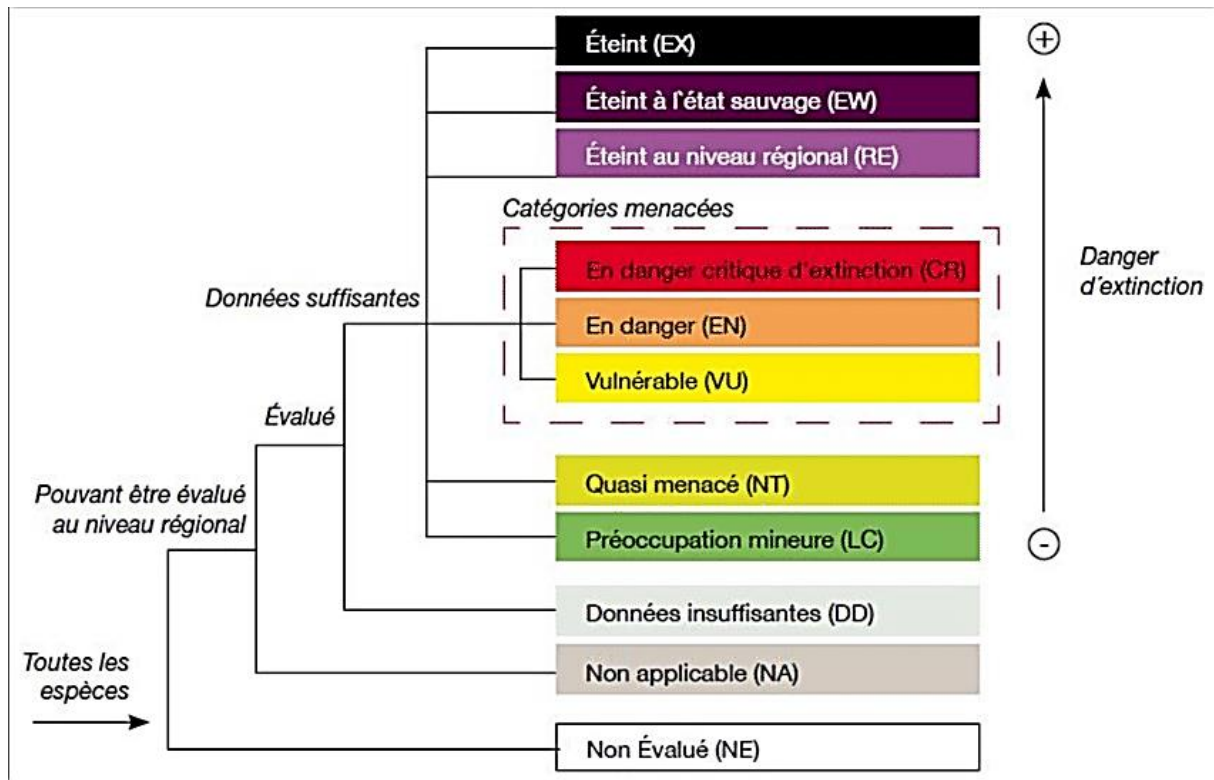


Figure 11 : La liste rouge UICN (Samraoui et al., 2010)

1.8. Répartition géographique :

Dans les zones tropicales et la région méditerranéenne abrite 165 espèces, parmi lesquelles 61 appartiennent au sous ordre des Zygoptères et 104 appartiennent au sous-ordre des Anisoptère. Au total, 11 familles sont présentes dans la région. Les plus grandes familles de libellules sont les Libellulidae (48 espèces), les Coenagrionidae (35 espèces), les Gomphidae (21 espèces) et les Aeshnidae (16 espèces). Environ une espèce de libellule sur sept présente dans le bassin méditerranéen est endémique à la région, mais le taux d'endémisme est particulièrement élevé au sein des familles Calopterygidae, Platycnemididae, Cordulegastridae et Coenagrionidae. (Samraoui et al., 2009)

L'Afrique du Nord, abrite 83 espèces, représentant 50.3 % de l'odonatofaune méditerranéenne, dont 14.3% des Zygoptères et 4.2 % d'Anisoptères.

La faune odonatologique d'Algérie comprend 63 espèces, Sur ce total 11 sont répandu, ayant une gamme couvrant à la fois le Sahara et le Tell. Environ la moitié de ce groupe est constitué d'espèces afro tropicales (*Paragomphus genei*, *Orthetrum chrysostigma*, *orthetrum trinacria*, *Trithemis annulata* et *T. arteriosa*). Les espèces sahariennes, limitées à 8 espèces, sont

principalement composées d'espèces mésasiatiques (*Ischnura fontaineae*, *Orthetrum ransonneti*, *O. sabina*, *Sympetrum sinaiticum* et *Selysiothemis nigra*). L'Afro tropical quant à lui regroupe les espèces *Ischnura saharensis* et le *Trithemis lkirbyi ardens*, bien que répandus dans le Sahara, ne s'étendent pas dans le Tell (Samraoui & Menai).

Les études odontologiques les plus récentes réalisées dans le territoire algérien ce sont focaliser en Numidie, situé au nord-est du pays (samraoui, 2009) où se trouve le taux d'endémisme le plus élevé 14% (Riservato et al, 2009). Cette région abrite une biodiversité exceptionnelle, et un total de 45 espèces d'odonates (¼ algériennes) a été enregistrer. Parmi elles, *Urothemis edwardsii* et *Acisoma panorpoides* représentent des libellules rélictuelles d'origine afro tropicale contenant des espèces menacées (Samraoui et al. 1993).

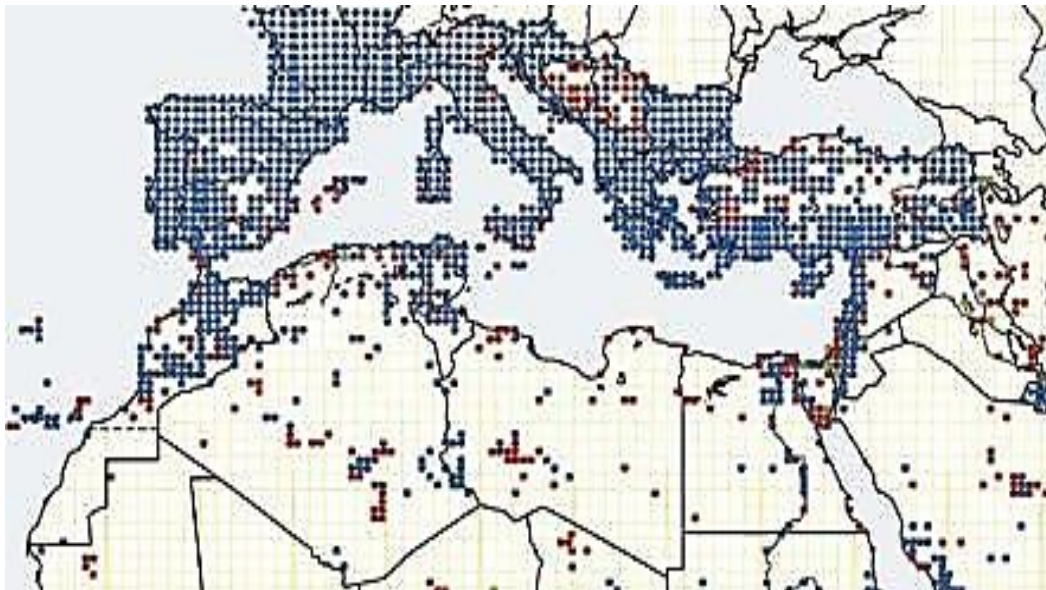


Figure 12 : Répartition des libellules du bassin méditerranéen et du nord de l'Afrique. (Centre de coopération pour la Méditerranée).

Points rouges = données antérieures à 1980 ;

Points bleus = données recueillies depuis le début des années 1980 ;

Points verts = données mises à jour.

I.9. Bio indication

Les odonates sont utilisés comme indicateur biologique dans le monde, qui par leur présence ou absence, leur abondance ou rareté, permet d'apprécier le degré de pollution de l'eau ou de

l'air (Samraoui et al., 2010). En effet, elles respectent l'ensemble des conditions d'un bon bio indicateur (Chevalier, 2017).

Un des avantages des odonates à être utilisé comme bio-indicateur est qu'ils peuvent indiquer des dégradations sur les milieux terrestres et aquatiques (De Oliveira-Junior et al, 2015 ; Golfieri et al, 2016). En effet, les odonates ont un cycle de vie amphibiotique, ils vont dépendre des milieux aquatiques lorsqu'ils sont sous formes larvaires et des milieux terrestres lorsqu'ils sont adultes.

Les stades larvaires, très sensibles aux conditions de leur milieu de vie, subissent directement les modifications des paramètres biotiques et abiotiques des habitats humides. Ce qui fait des odonates de robustes bios indicateurs de l'évolution des zones humides. (Abdeoulay Bailo Ndiyaé, 2010).

De nombreuses espèces d'odonates sont sténoèces. Ils vont être très sensibles aux altérations de leur habitat causé par les activités humaines (destruction de la végétation rivulaire, régulation des débits, etc...) et vont réagir rapidement par des changements en abondance dans un premier temps et ensuite par la disparition d'espèces et l'apparition de nouvelles (Golfieri et al, 2016).

Chapitre II

Présentation de la région d'étude

La connaissance de la situation géographique et des conditions climatologiques d'une zone d'étude relève d'une grande importance lors de toute étude scientifique.

Dans ce chapitre, nous abordons la présentation de nos sites d'études, la situation géographique, le réseau hydrographique et la climatologie.

I. Caractéristiques générales :

I.1. Situation géographique de la région d'étude :

La Kabylie du Djurdjura constitue notre zone d'étude, elle est délimitée par :

- La chaîne côtière au nord-est par la forêt de Yakouren.
- A l'est, elle est limitée par le massif forestier d'Akfadou et au sud par la chaîne calcaire du Djurdjura.
- A l'ouest, par une barrière montagneuse constituée par les massifs des Djebel Belloua et d'Ait aissi mimoun.
- Tizi-Ouzou est situé à 88 km à l'est de la capitale d'Alger, à 93 km à l'ouest de Bejaia, à 52 km à l'est de Boumerdes et à 39.5 km au nord-est de Bouira. Elle couvre une superficie de 10236 hectares.

Dans le cadre de ce travail, notre intérêt s'est porté sur l'un des principaux affluents du sous bassin versant d'Oued Boubhir. Ce dernier collecte l'ensemble des écoulements en provenance d'Assif Sahel, Assif El Khemis, Assif Oussardoune et Assif Illilten.

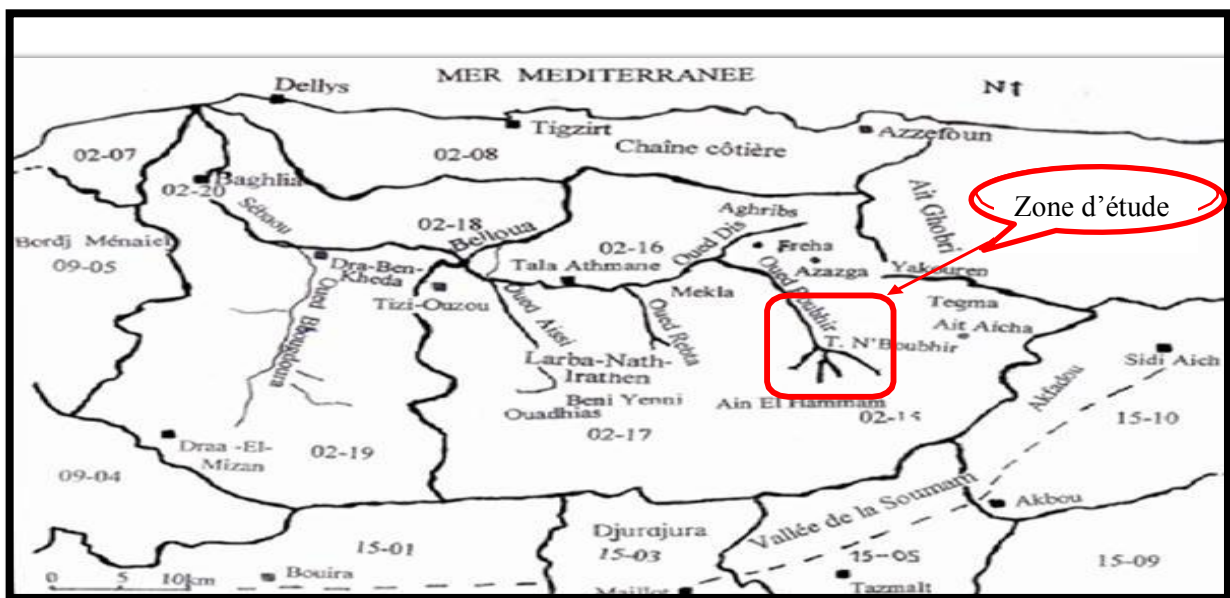


Figure13 : Situation géographique de la zone d'étude.

I.2. Le contexte géologique :

La Kabylie du Djurdjura s'inscrit dans l'orogénèse alpine périméditerranéenne de la chaîne littorale d'Afrique du Nord (Lamine, 2021). Sa description géologique est bien connue depuis les travaux de (FLANDRIN, 1952 ; THIEBAULT, 1952 ; RAYMOND, 1976 ; GELARD, 1979 ; YAKOUB, 1996).

Les unités morpho structurelles rencontrées en Kabylie se résument :

- La chaîne du Djurdjura ; la chaîne du Djurdjura constitue le tronçon le plus important de la dorsale Kabyle. Elle forme une barrière entre les formations du socle métamorphique au Nord et celle du crétacé tellien au sud. Elle est constituée essentiellement de terrains calcaires, d'âges liasiques et Eocène qui favorisent le phénomène de karstification et le développement d'importants aquifères. (Yakoub, 1996)
- Le socle kabyle : il est constitué de formations cristallophylliennes (phyllades, schistes, gneiss). Il favorise les écoulements superficiels des eaux vers les principaux affluents de l'Oued Sébaou. (Yakoub, 1996)
- Les dépressions sédimentaires : c'est une étroite vallée comprise entre le massif montagneux de la grande Kabylie et la terminaison occidentale de la chaîne du Djurdjura. Elle se compose d'un matériel hétérogène grossier (galets, graviers) et peut former des nappes alluviales suite aux importants écoulements.

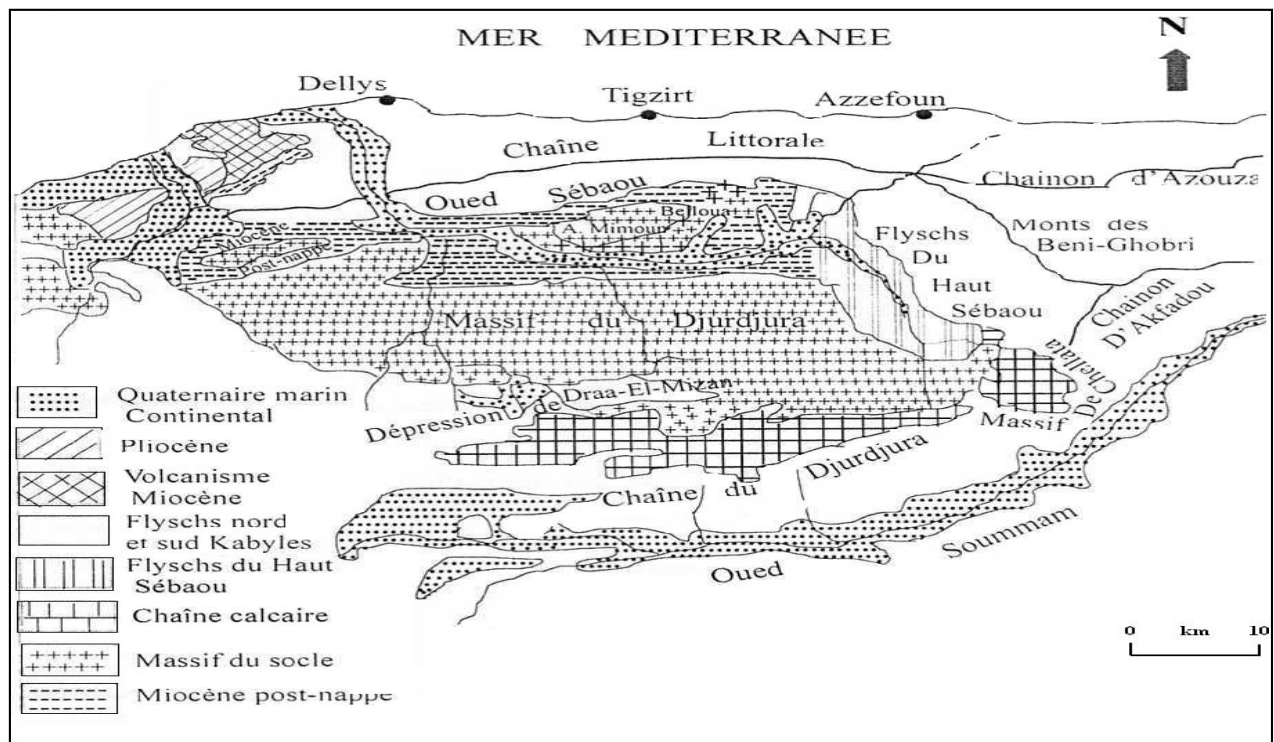


Figure 14 : Les grandes unités morphostructurales de la Grande Kabylie (FLANDRIN,1952).

I.3. Climatologie :

Le climat est un facteur très important qui se place en amont de toute étude fondamentale dans la distribution et la vie des êtres vivants (Fauris et al ., 1980).

Les êtres vivants ne peuvent se maintenir en vie et prospérer que lorsque certaines conditions climatiques sont respectées Dajoz (1974).

Selon Abdesselam (1995), la répartition pluviométrique de la Kabylie du Djurdjura dépend des conditions générales du climat méditerranéen caractérisé par :

- Des hivers froids et humides avec des précipitations à grandes irrégularités interannuelles
- Des étés chauds et secs avec une sècheresse totale bien marquée se prolongeant de juin à septembre

I.3.1. Précipitations :

La précipitation demeure un facteur primordial, pour la réalisation d'une étude climatique.

Selon Derrij (1990) et Abdesselam(1995), la pluviométrie est importante dans le Djurdjura (altitude > 1000m). Elles sont caractérisées d'une part, par leur volume, par leur intensité et leur fréquence qui varient selon les lieux, les jours, les mois et aussi les années (GUYOT, 1999), et d'autre part, par une répartition inégale d'une région à une autre et d'une saison à une autre.

Les pluies interviennent principalement en printemps, en hiver, en automne, et en été est généralement sec. C'est d'ailleurs une caractéristique du climat méditerranéen (Emberger, 1971).

Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations de la région de Tizi-Ouzou durant la décade (2010,2021) sont représentées dans le tableau 3 ci-dessous :

Tableau 03 : Précipitations mensuelles (P) de la région de Tizi-Ouzou (2010,2021)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total annuel moyen
P (mm)	117.01	105.03	99.22	69.18	48.25	17.43	1.66	5.65	29.62	60.93	148.58	95.31	797.87

(Source : station météorologique de Boukhalfa, Tizi-Ouzou, 2021)

Les précipitations annuelles moyennes sont de l'ordre de 797.87 mm pour la période (2010,2021).

Un minimum de 1.66 mm enregistré en mois de juillet.

I. 3.2. Températures :

▪ **Température de l'air :**

La température est le second facteur après les précipitations qui conditionne le climat d'une région. C'est un facteur écologique important (Faurie et al ., 2003;Dajoz, 2006).

Elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne la répartition des espèces végétales et animales (Ramade, 1994)

Ce paramètre est en fonction de l'altitude, de la distance par rapport à la mer et varie également en fonction des saisons (Toubal, 1986). Elle est exprimée en degrés Celsius (C°).

Les températures moyennes, maximales et minimales mensuelles de la décade (2010,2021) de Tizi-Ouzou, sont regroupées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 04 : Valeurs mensuelles des températures de Tizi-Ouzou (2010,2021).

Mois	J	F	M	A	Ma	J	Jui	Ao	S	O	N	D
M°C	16.1	16.83	16.04	24.76	26.85	31.54	36.06	35.59	31.62	27.64	21.46	17.02
m°C	7	7.2	9.09	11.56	14.03	17.75	21.38	22.2	19.26	15.49	12.22	8.14
T° moy	10.88	11.48	13.6	16.5	20.48	24.34	29.1	28.52	24.73	20.86	15.16	10.85

(Source : Station météorologique de Boukhalfa, Tizi-Ouzou, 2021)

M : la moyenne des températures maximales (exprimées en degrés Celsius)

m : la moyenne des températures minimales

T° moy : $(M+m/2)$ températures moyennes mensuelles

L'analyse des données du tableau4 montre que les températures moyennes mensuelles minimales les plus faibles sont enregistrées durant les mois de janvier et février avec 7 et 7.2°C, et les températures moyennes mensuelles maximales les plus élevées sont observés au mois de juillet avec 36.06°C le mois le plus chaud est juillet, alors que les mois janvier et février sont les plus froids.

I.4. Synthèse climatique :

La synthèse des données climatiques est effectuée par plusieurs indices climatiques, les plus utilisées en région méditerranéenne sont le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (indice xérothermique) et climagramme d'Emberger : cas du quotient pluviométrique.

1.4. a. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen :

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen est un mode de répartition classique du climat région (humide et sèche) (DAJOZ ,2000).

Pour ces deux auteurs, un mois est dit sec lorsque le total mensuel des précipitations P, exprimé en mm est égal ou inférieur au double de la Température du même mois : $p \leq 2T.A$

l'opposé, un mois est dit humide quand le total des précipitations est supérieur au double de la température du même mois : $P > 2T$.

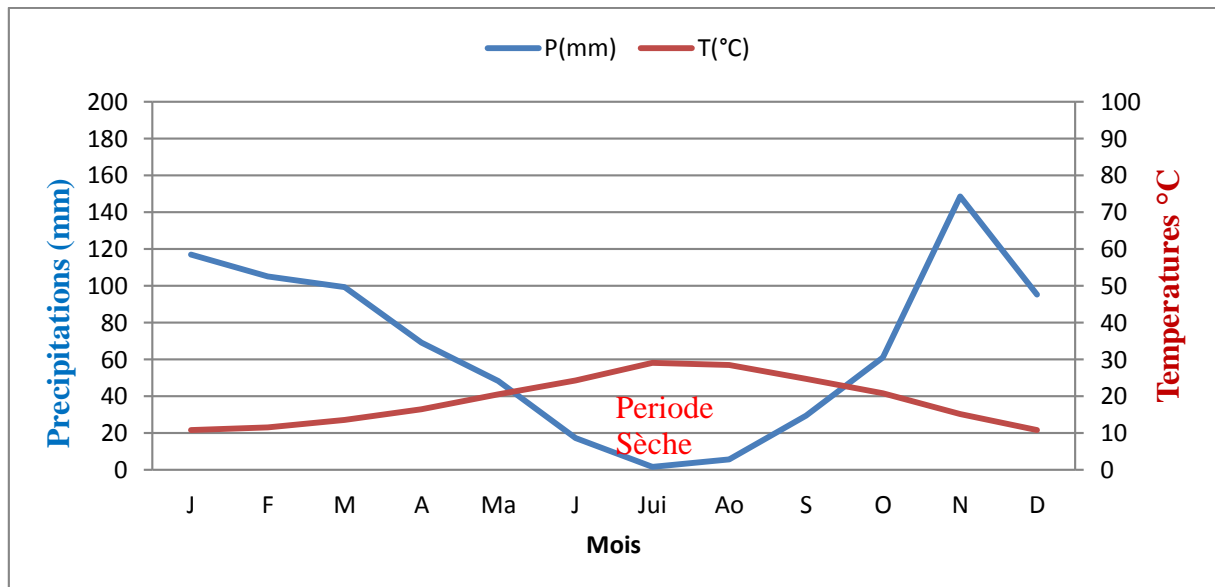


Figure 15 : Diagramme de Bagnouls et Gausson de la région de Tizi Ouzou (2010 - 2021).

Le diagramme embrothermique de la région de Tizi-Ouzou, nous montre l'existence de deux périodes humides l'une s'étale de Janvier à Mai et l'autre de mi-Septembre à Décembre, et une période sèche qui s'étire de mi-Mars jusqu'à la mi-Septembre.

1.4.b. Quotient pluviométrique d'EMBERGER « Q2 » :

Cette méthode permet la classification de la région en fonction de son étage bioclimatique. Elle donne un aperçu exact sur le climat de la région ciblé. Notons d'abord que ce quotient, mis au point par EMBERGER et amélioré par Stewart en (1955). Le quotient initial d'EMBERGER est défini par la formule suivante :

$$Q = \frac{100P}{2\left(\frac{M+m}{2}\right)(M - m)}$$

p : précipitations annuelles exprimées en mm.

M : moyenne des températures Max du mois le plus chaud (C°).

m : moyenne des températures Min du mois le plus froid (C°).

La formule simplifiée par Stewart pour l'adapter au climat du territoire Nord-Africain est la suivante :

$$Q2 = \frac{3,43P}{M - m}$$

Le climagramme d'EMBERGER permet de classer les stations de la méditerranée au sein de cinq bioclimatiques : humide, subhumide, semi-aride, aride et saharien.

La valeur du quotient pluviométrique d'Emberger (Q2) est calculée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 05 : Valeur du quotient pluviométrique de la région de Tizi-Ouzou

Region de Tizi-	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q2
Ouzou	797.87	36.06	7	94.17

Grace à la formule précédente, il est possible de calculer le quotient pluviométrique de la région d'étude. Les calculs de quotient pluviométrique donnent une valeur égale à 94.17 avec $m = 7^{\circ}\text{C}$. Ceci permet de classer la région Tizi-Ouzou dans l'étage bioclimatique Sub humide à hiver doux (Fig.13).

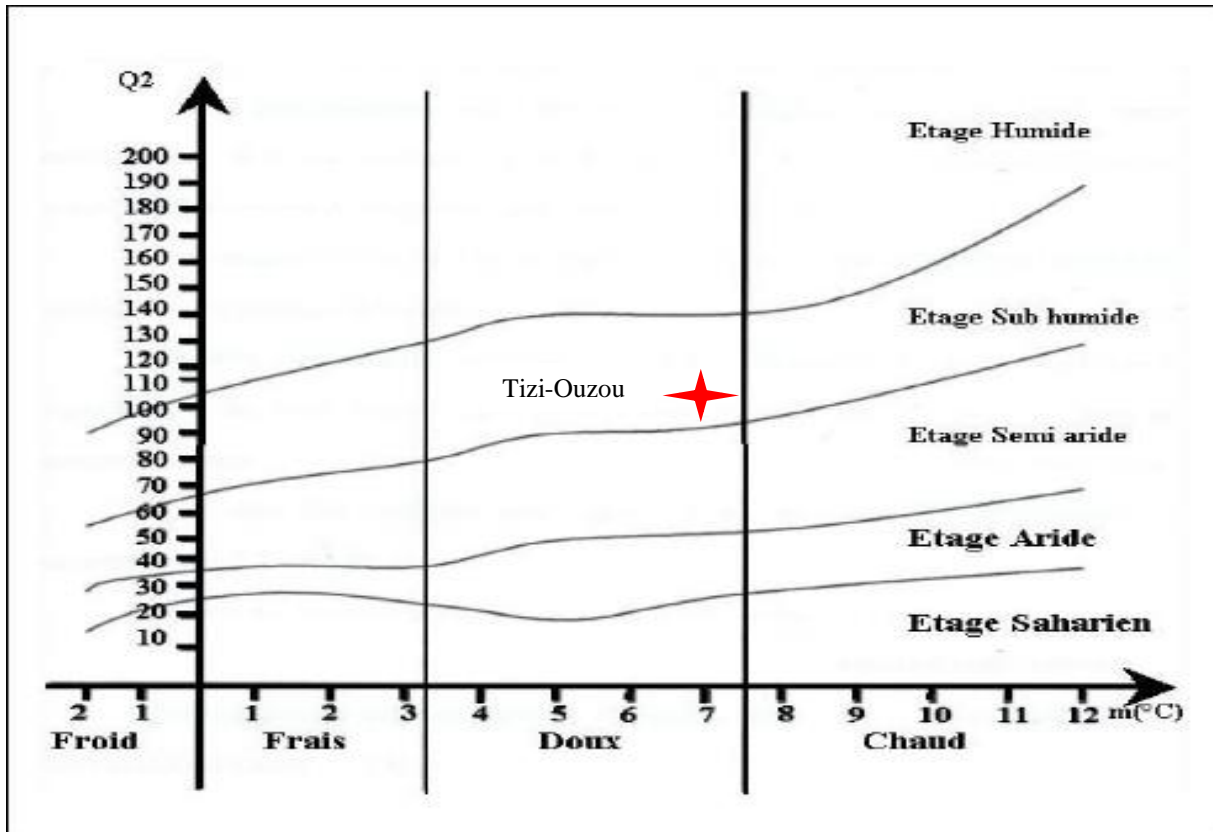


Figure 16 : Climagramme d'Emberger pour la période 2010-2021.

II. Description des cours d'eau et des stations d'étude :

Dans le cadre de ce travail notre intérêt s'est porté sur les principaux affluents de l'Oued de Boubhir et cinq stations sont investiguées.

❖ Le sous bassin de l'oued de Boubhir

Les cours d'eau du sous –bassin versant de l'Oued Boubhir ont fait objet de notre étude. Ils drainent tous les courants d'eau du côté nord –est de la Kabylie du Djurdjura. Le réseau hydrographique étudié prend naissance depuis les cours d'eau de montagne qui drainent les pentes septentrionales du massif d'Akfadou et la partie orientale du Djurdjura (col de Chellata et col Tirourda).

Cinq secteurs hydrographiques s'échelonnant entre 190 m et 550m d'altitude ont retenu notre attention : Assif Oussardoune, Assif Sahel, Assif El Khemis, Assif Illilten et Oued de Boubhir.

II.1. Oued de Boubhir (O.B) :

Oued de Boubhir est un prolongement de l'Oued Halil, principal affluent de l'oued Boubhir. Il prend sa source à 30 Kilomètres au sud–ouest d'Azazga et coule du sud au nord à une altitude de 350 à 150 mètres. La pente moyenne est d'environ 2%, et la largeur du lit principal peut atteindre plus de 30 m. L'importance de ses débits réside dans les débits du col de Tirourda, du col de chellata et d'Akfadou, qui s'ajoutent à l'apport des nombreux petits débits qui drainent la massif d'Ain El Hemmam et Larbaa n'Ath Irathen.

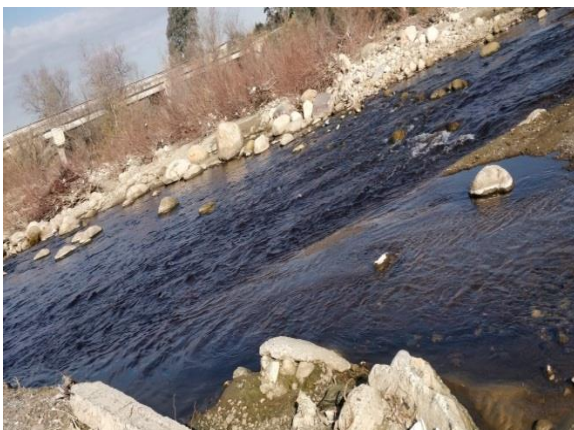
**Figure 17 : Station B1 (Originale 2022)****Figure 18 : Station B2 (Originale 2022)**



Figure 19 : Station B3 (Originale 2022)

II.2. Assif Sahel (A.S) :

Assif Sahel, cours d'eau de montagne qui prend naissance dans le col de chellata et de l'akfadou. Il collecte les écoulements de petits ruisseaux alimentés par les eaux de pluies et de fonte de neige. Il coule du sud en Nord sur une distance de 17km, a une altitude qui varie entre 1150m et 200m avant de se jeter dans le haut Sébaou. Il se caractérise dans sa partie supérieure par une pente de l'ordre de 5,6%, la quelle lui confère par endroits, il prend 420 d'altitude (Fig.20).

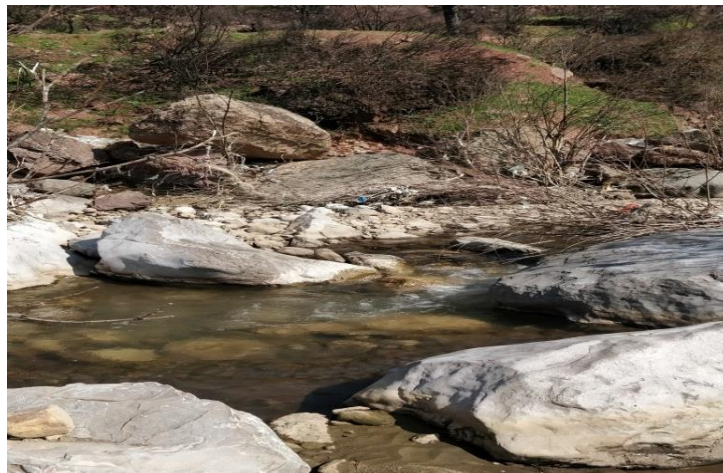


Figure 20 : Station S1 (Originale 2022)

II.3. Assif El Khemis (A.KH) :

Ce cours d'eau prend naissance à 1756 m d'altitude à partir des sources et des ruisseaux alimentés par les eaux de pluies et de fonte des neiges du col de Chellata. Il suit la direction Sud Sud-Est et Nord Nord-Ouest, il coule sur une distance de 12 km environ avant de rejoindre Assif sahel et Assif Oussaerdoune pour former l'oued de Boubhir.

A noter que Assif El Khemis reçoit sur sa rive droite Thassifth Ililten et sur sa rive gauche Thassifth n'ath Atsou.

Trois points sont retenus pour cette étude ; deux sur Assif el Khemis et un point sur la station de thassifth illilten (Fig.21, 22).



Figure 21 : Station KH1 (Originale 2022)

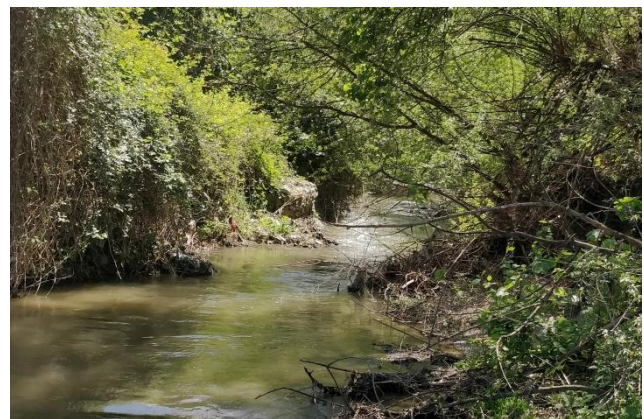


Figure 22 : Station KH2 (Originale 2022)

II.4. Assif Illilten (A.I) :

Cette station est un cours d'eau de montagne de dimension réduite, prend naissance à 1500 m d'altitude à partir des sources et des ruisseaux alimentés par les eaux de pluies et de fonte neige du col de Tirourda. Doté d'une pente de l'ordre de 11%, il coule en orientation sud-nord sur une distance d'environ 4 km entre 1300 et 1000 m d'altitude avant de se jeter dans l'Assif hallil (Fig.23).



Figure 23 : Station IL (Originale 2022)

II.5. Assif oussardoune (A.O) :

Le cours d'eau d'Assif oussardoune est très développé avec un drainage dense. Il prend naissance dans le massif d'Akfadou à 1400m d'altitude. Il présente une pente moyenne de 10% et la longueur de son lit peut atteindre dans certains endroits 8 mètres, il se jette à Tighzert N'boubhir à une altitude de 240 m.

III. Les paramètres environnementaux

III.1. Le couvert végétal :

La végétation est un facteur écologique important, elle influence sur le ruissellement superficiel, du taux d'évapotranspiration et la capacité de rétention du bassin. Il empêche le réchauffement excessif des eaux en été. De plus, selon LOUNACI (2005) le couvert végétal joue un rôle important dans la répartition de la faune benthique. La végétation arrive à réduire plus de 50% de l'énergie cinétique de la pluviométrie, et à atténuer 75% de la puissance du ruissellement (RACHMAN et al ., 2003).

En Kabylie, l'hétérogénéité topographique et l'action anthropique ont imprimé au paysage végétal à un caractère très morcelé, lequel se présente sous forme de mosaïques assez complexes.

Selon MESSAOUDEN et al., (2007), le couvert végétal est très dense en Kabylie, il varie en fonction de l'altitudes méditerranéen.

- Aux altitudes supérieures à 1100m, la végétation est généralement représentée par des pelouses écorchées à xérophyte épineuses rampantes, issue de la dégradation de la cédraie.
- En moyenne altitude (inférieur à 1100m), la végétation est formée essentiellement de chêne vert (*Quercus rotundifolia*), de frênes (*Fraxinus sp*) et de quelque pied d'érables (*Acer monspessulanum*) ce qui empêche le réchauffement excessif des eaux en été.
- On rencontre également entre 600 et 800 d'altitude l'Olivier (*Olea europea*) qui par endroit se mélange au chêne vert (formation mixte). On note la présence du chêne liège (*Quercus suber*).
- En plaine (altitude inférieurs à 400m), les formations végétales sont représentées par des vergers ; orangers, pommiers, figuiers, poiriers ...)
- En ce qui concerne la végétation bordante des cours d'eau, on rencontre :

Aux altitudes supérieures à 500 m, constitué de l'aulne (*Alnus glutinosa*), le merisier (*Cerasus avium*), le pistachier (*Pistacia lentiscus*), le dyss (*Ampelodesma mauritanica*) et de nombreuses lianes qui sont importantes pour le réchauffement des eaux en période estivale.

Aux altitudes inférieures à 500 m, constitué de peuplier blanc (*Populus alba*), le peuplier noir (*Populus nigra*), le laurier rose (*Nerium oleander*), l'aulne (*Alnus glutinosa*), le tamaris (*tamarix sp*) et des arbustes épineux (Ronce : *Rubus ulmifolius*).

Quant à la végétation aquatique, elle est constituée principalement par des mousses dans les parties supérieures des cours d'eaux, et par les algues filamenteuses et les macrophytes se rencontrent dans les cours d'eaux de basse altitude.

III.2. Les perturbations anthropiques :

La pollution est une modification néfaste de l'environnement naturel qui se produit en tout ou en partie en tant que sous-produit des actions humaines. Elle peut provenir d'usages urbains (différents usages domestiques), agricoles (engrais) ou industriels, entraînant une dégradation de la qualité de l'eau et donc une perturbation du milieu aquatique (Rodier, 2010).

En Kabylie du Djurdjura, l'urbanisation associée à la croissance démographique, à la croissance industrielle et au développement agricole a un impact sur la qualité des ressources en eaux de surface et souterrains à travers les activités humaines qu'elle soit industrielle, agricole ou domestique. L'homme utilise tous les milieux environnementaux, en particulier les milieux aquatiques, comme conteneurs pour de nombreux polluants (LAMINE ,2021).

Dans notre zone d'étude, la pollution a plusieurs origines :

III.2.1. Origine Agricole :

La pollution agricole résulte des effluents d'élevages et de l'emploi des pesticides et d'engrais organique ou minéraux pour la fertilisation des terres et d'amélioration des rendements des cultures. Ces composés peuvent être lessivés lors des précipitations et entraînés vers les cours d'eau induisant un déséquilibre sur la faune et la flore aquatique.

III.2.2. Pollution par la margine :

Malgré le caractère saisonnier des huileries, le déversement des margines dans les oueds constitue un risque majeur de pollution toxique des nappes souterraines (BOUJEMA ,2010). La matière organique grasse de ces margine forme un film empêchant la pénétration de la lumière et les échanges gazeux, provoquant la destruction de milieu aquatique.

III.2.3. Pollution d'origine mécanique :

L'exploitation anarchique de sables et de gravier déstabilise le fond du lit de la rivière, modifiant ainsi la morphologie et la structure et remet en suspension des éléments fins (Lounaci, 2005). Ce phénomène réduit la production primaire et par conséquent conduit à l'altération des écosystèmes aquatiques.

A ces trois principales perturbations, s'ajoutent le réchauffement climatique causé par les activités anthropiques croissantes résulte ainsi l'assèchement précoce des cours d'eau, sans négliger la présence importante des déchets ménagers et dépôts d'ordures aux alentours des oueds, les assainissements.

Chapitre III

Matériel et méthodes

Notre travail consiste l'étude (inventaire) des odonates du sous bassin versant d'Oued Boubhir principalement dans les stations Assif Sahel, Assif Ousserdoune, Assif Illilten et Assif el khemis pendant une durée de 4 mois allant du mois de Mars au mois de Juin 2022. Cette étude nécessite un travail sur terrain (Capture et observation du comportement des odonates) et au laboratoire (traitement et d'indentification des odonates inventoriés).

I. Matériels utilisés :**❖ Filet entomologique**

Se présente sous une forme assez varié, se compose souvent d'un manche d'1 à 2 m environ, à l'extrémité de ce dernier, se fixe un cercle métallique de 30 à 50 cm de diamètre, pourvu d'une poche plus ou moins longue, le plus souvent en nylon ou en polyester plus au moins longue et de couleur variées (blanche , verte, noire ...). Cette poche doit être translucide afin de permettre la localisation de l'insecte (Ndiaye, 2010).

❖ Un appareil photo

Adapté à la prise de vue rapprochée est fortement recommandé (Ndiaye, 2010).

❖ Le carnet de terrain

Le carnet de terrain permet d'indiquer toutes les informations relative à l'observation (nom de la station, date de la sortie, comportement, altitude, longitude, vitesse du courant, végétation bourdante et aquatique, etc). Un modèle de fiche technique utilisé sue terrain est disponible dans l'annexe.

❖ Boîtes de pétrie

Pour la récolte des exuvies et un éventuel examen détaillé au laboratoire avec des clés de détermination.

❖ Un tamis à mailles fines

Servant à trier les larves des odonates dans les cours d'eau.

❖ Des flacons remplis d'éthanol

C'est des bouteilles de différentes tailles en matière plastique ou verre. Nous avons utilisé les petits flacons récupérés à l'hôpital remplies d'éthanol à 70 ° C (CH₃-CH₂-OH) pour la conservation des adultes et des larves échantillonnées.

❖ **Un guide d'identification**

Des guides d'identification s'avèrent absolument nécessaires, on arrive rapidement à reconnaître de plus en plus d'espèces. Il est important de posséder des ouvrages aussi complets que possible englobant un territoire plus vaste que celui étudié.

❖ **La loupe binoculaire**

Utile pour un contrôle in situ et après capture (identification des espèces des odonates). Les grossissements utiles à l'observateur vont de 8x à 20x.

❖ **Les Etiquette**

On à utiliser les étiquettes pour mentionner la date et le lieu de capture des spécimens d'odonates et aussi le nom du récolteur.

❖ **Une pince entomologique**

Elle permet une meilleure manipulation, des organes et épidermes animaux. Il s'agit donc d'une pince fine adaptée aux dissections.

II. Méthodologie :

Pour pouvoir établir un inventaire odonatologique aussi complet que possible, il est nécessaire de recourir à l'échantillonnage des larves, exuvies et imagos car ça permet à l'observateur de récolter des informations sur l'autochtonie des espèces mais également de récolter des données complémentaires sur les espèces plus discrète ou difficile à capturer (Lebrasseur, 2013).

II.1. Travail effectué sur terrain (capture des odonates) :

Les odonates sont capturés sous toutes formes, adultes, exuvie et larve.

- **Collecte de larves :**

Les larves se déplacent dans la végétation aquatique, les enchevêtrements de racines, les amas de végétaux ou les sédiments du fond. A l'aide d'un tamis à maille fines, on procède à la

collecte des larves grimpeuses ou mobilisées. Pour les larves fouisseuses, on peut effectuer des prélèvements superficiels du sol de la bordure des berges de part et d'autre du fond de l'eau (Bailo Ndiaye, 2010). Après la récolte des individus, les spécimens sont déposés dans des flacons étiquetés contenant de l'alcool à 70 %. Toutes les informations nécessaires (date, lieu de capture, l'heure...etc.) sont mentionnées. La présence des larves nous renseigne sur l'autochtonie des espèces (Fig.24).



Figure 24 : Larve échantillonnée (Originale 2022)

- **Collecte des exuvies :**

Les exuvies (cuticules externe des individus) sont recherchées et collectées à la main dans la végétation au bord de l'eau et sur les roches. Elles sont conservées soigneusement dans des boîtes pétries avec toutes les indications utiles. La présence des exuvies d'une espèce est une preuve de son succès reproducteur (Fig.25).



Figure 25 : Exuvie sur une roche (Originale 2022)

- **Capture d'adultes :**

Sur le terrain, nous effectuons la chasse des imagos à l'aide du filet à papillon, à différentes strates (ras du sol, strate herbacée et arbrisseaux). Selon Khalifa et al. (2016), les adultes sont échantillonnés avec un filet à main. La méthode du fauchage consiste à animer le filet par des mouvements de va et vient, les manœuvres doivent être très rapides et violentes afin que les insectes surpris par le choc, tombent dans la poche (Benkhelil, 1992). Les individus capturés après fauchage sont sortis délicatement de la poche du filet en évitant de les attraper par les ailes afin de ne pas les abimer (Bailo Ndiaye, 2010). Les individus capturés sont conservés dans l'acétone pendant quelques secondes afin d'éviter la décoloration et pour simplifier l'identification. Chaque individu photographié et conservé dans des flacons remplis d'éthanol (Fig.26).



Figure 26 : Adulte capturé (Originale 2022)

II.2. Au laboratoire (identification) :

L'identification des odonates est essentielle pour obtenir une liste préliminaire concernant notre étude. L'identification a été réalisée à l'aide d'une loupe binoculaire avec des clés et des guides de détermination tel que le guide des libellules d'Europe et d'Afrique, d'Aguilar et Dommanget (1998), Dijkstra(2007).

L'identification est basée sur la morphologie des odonates, position des yeux, nervations des ailes, segment d'abdomen ; et aussi sur les couleurs (taches sur les ailes et les pigmentations d'insectes). La confirmation d'identification a été faite par madame Ait Taleb. L.

III. Indices écologiques appliqués aux odonates :

La composition et l'organisation des outils descriptifs ; la richesse spécifique, la densité et la structure que l'on peut exprimer sous forme d'indice.

Pour pouvoir exploiter les résultats de la présente étude, ces indices écologiques sont calculés.

III.1. La richesse spécifique :

C'est le nombre d'espèces (S) contactées au moins une fois au terme de N relevés (Blondel, 1975). C'est le nombre total d'espèces qui 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 observés dans les sites d'études choisis.

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

Sp1 + Sp2 + Sp3 + + Sp n = espèces observés.

S = nombre totale des espèces observés.

III.3. Fréquence centésimale (Fc) ou abondance relative (Ar)

L'abondance centésimale des espèces dans un peuplement ou dans un échantillon caractérise la diversité faunistique d'un milieu donné (Frontier, 1983).

L'abondance spécifique d'une espèce est le nombre d'individus de cette espèce dans un milieu donné. 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.

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

ni : est le nombre des individus d'une espèce

N : est le nombre total des individus toutes espèces confondues.

III.4. Fréquence d'occurrence (Fo) ou constance (C) :

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 :

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

P_i : 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 $5\% \leq C < 25\%$

Dans notre cas, la F_o d'une espèce correspond au rapport du nombre de sorties durant lesquelles l'espèce a été observée sur le nombre totale de sorties effectuées durant la période d'étude.

IV. Indice écologique de structure :

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

IV.1. Indice de diversité de Shannon :

La diversité d'un peuplement exprime le degré de complexité de ce peuplement. Elle s'exprime par un indice qui intègre à la fois, la richesse du peuplement et les abondances spécifiques. Parmi les indices disponibles permettant d'exprimer la structure du peuplement, nous avons retenu celui de Shannon.

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

$$P_i = n_i/N$$

H' = indice de diversité exprimé en unités bit

P_i : la fréquence relative de l'espèce i dans un peuplement

n_i : Nombre d'individu de l'espèce i

N : Effectifs total d'individus

Une valeur élevée de cet indice correspond à un peuplement riche en espèces dont la distribution d'abondance est équilibrée. A l'inverse, une valeur faible de cet indice correspond

soit à un peuplement caractérisé par un petit nombre d'espèces pour un grand nombre d'individus, soit à un peuplement dans lequel il y a une ou deux espèces dominantes.

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

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

H'_{\max} : la diversité théorique maximale

S : richesse totale de ce peuplement

IV.2. Indice d'équirépartition des populations (Equitabilité) :

Selon BLONDEL (1979), l'équitabilité est le rapport de la diversité calculée (H') et la diversité théorique maximale (H'_{\max}) qui est représenté par \log_2 de la richesse total(S). Il est calculé par la formule suivante.

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

Où :

E: indice d'équitabilité

H' : indice de diversité de Shannon

H'_{\max} : indice de diversité maximale

S: richesse totale.

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

V. Traitement statistiques des données :

V.1. Analyse Factorielle des correspondances :

L'AFC est une méthode d'ordination couramment utilisée les études biologiques. Son but est de donner une meilleure représentation simultanée des groupements de variables, permettant d'obtenir une correspondance entre groupe d'espèces et groupes de stations.

Chapitre IV

Résultats et discussions

I. Analyse global :

La liste des espèces d'odonates recensées dans les cinq stations d'étude durant les différentes visites bimensuelles sont consignées dans le tableau ci-dessous (Tab 6). La systématique des espèces recensées a été dressée selon un ordre de classification on se basant sur plusieurs documents (fiche d'odonate (Bricault, 2012) et guide des libellules d'Europe et d'Afrique du nord (Aguilar et Dommanget., 1985). Le statut de conservation est aussi attribué pour chaque espèce recensée en se basant sur la liste rouge de l'UICN (Samraoui, 2010 et reseirvato ,2009).

Tableau 6 : Liste des espèces d'odonates recensées dans les cinq stations d'études

Sous-ordre	Famille	Espèces (nom scientifique)	Espèce (nom commun)	Statut UICN
Zygoptères 40%	Lestidae	<i>Sympetna fusca</i> (Vander Linden, 1820)	Leste brun	LC
	platycnemidae	<i>Platycnemis subdilatatae</i> (Vander Linden, 1820)	/	LC
	Calopterygidae	<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i> (Vander Linden, 1825)	Calopteryx haemorrhoidal	LC
	Coenagrionidae	<i>Ischnura graellsii</i> (Rambur, 1842)	Agrion de Graells	VU
Anisoptères 60%	Libellulidae	<i>Sympetrum meridionale</i> (Selys, 1841)	Sympetrum meridionale	LC
		<i>Orhetrum coerulescens</i> (Fabricius, 1798)	Orhetrum bleuissant	LC
		<i>Orhetrum cancelatum</i> (Linnaeus, 1758)	Orhetrum réticulé	LC
		<i>Orhetrum nitidinerve</i> (Selys, 1841)	/	LC
		<i>Crocothemis erythrea</i> (Brullé, 1841)	La libellule ecarlate	LC
	Aeshnidae	<i>Anax imperator</i> (Leach, 1815)	L'anax impereur	LC
		<i>Boyeria irene</i> (Fonscolombe, 1838)	L'aeshnne paisible	LC
	Gomphidae	<i>Onychogomphus forcipatus</i> (Linnaeus, 1758)	Gomphe à pince	LC

		<i>Onychogomphus uncatatus</i> (Charpeutier, 1840)	Gomphe à crochets	LC
		<i>Onychogomphus costae</i> (Selys, 1885)	Onychogomphus à sabre	LC
		<i>Gomphus lucasii</i> (Selys, 1849)	/	VU

Malgré La courte période de prospection, 15 espèces d'odonate dont 11 espèces d'Anisoptères et 4 Zygoptères, appartenant à 11 genres, 7 familles ont été recensées dans les 5 stations de sous bassin versant de l'Oued Boubhir.

Ce résultat représente 1/4 de l'odonatofaune Algérienne qui est de 64 espèces (Ait taleb et al, 2022) ; presque 49% des espèces connues de la Numidie (Samraoui & Corbet 2000). Les anisoptères sont les plus abondantes dans les cinq milieux d'études, cela pourrait être expliqué par leur haute capacité de dispersion, contrairement aux Zygoptères qui possèdent une capacité de dispersion limitée et un vol peu puissant (Lawler, 2001) et à leur adaptabilité à un large éventail d'habitat (Suhlinget et al., 2004).

D'après les résultats recensés illustrés au tableau 6, la famille des Gomphidaees est la plus représentée avec 4 espèces, soit plus de 41% de l'ensemble des odonates recensées. Les Calopterygidae arrivent en deuxième position avec une seule espèce, soit 28% et les **Libellulidae** avec respectivement 4 espèces (14%) ; suivie par la famille des platycnemidae soit 9%. Les familles des **Lestidae** et Aeshnidae, suivent avec une espèce chacune, ce qui représente 5% du peuplement. Enfin, les **Coenagrionidae** viennent en dernier avec seulement 0,87% car nous avons rencontré que 3 individus.

Il y'a lieu de signalé que notre recensement peut être considéré relativement important en comparaison avec d'autres recensements et inventaires réalisés au niveau de certaines régions d'Algérie. Aber et al,(2020) noté à Oued Bougdoura la présence de 20 espèces d'odonates, tandis que Alliche et al.,(2020) révèlent l'existence de 16 espèces dans le sous bassin de Oued Aissi à Tizi-Ouzou.

D'autres auteurs ayant travaillé au nord du pays, tel que Bouchellouche et al (2015) ont recensées 19 espèces à Oued Isser, Hafiane et al (2015), ont noté 13 espèces à l'Oued El Harrache. Bouziane 2018 note à Oued Bouarroug dans la réserve nationale de Brabtia (région d'El Kala), la présence de 19 espèces d'odonates.

II. Présence ou Absence des espèces d'odonates dans les cinq stations :

La présence et l'absence des espèces d'odonates dans les différentes stations de notre région d'étude sont consignées dans le tableau 7 ci-dessous :

Tableau 7 : Présence/ Absence des espèces dans les cinq stations

Espèce	(O.B)	(A.O)	(A.KH)	(A.I)	(A.S)
<i>Sympecma fusca</i>	+	+	+	-	-
<i>Platycnemis subdilatae</i>	+	+	+	+	-
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	+	+	+	+	-
<i>Ischnura graellsii</i>	-	-	+	+	-
<i>Sympetrum meridionale</i>	+	+	-	-	-
<i>Orthetrum coerulescens</i>	+	+	+	+	-
<i>Orthetrum cancelatum</i>	+	+	+	+	-
<i>Crocothemis erythrae</i>	+	+	+	-	-
<i>Orthetrum nitidinerve</i>	+	+	+	+	-
<i>Boyeria irene</i>	+	+	+	-	-
<i>Anax imperator</i>	+	+	-	-	-
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	+	+	+	+	-
<i>Onychogomphus uncatatus</i>	+	+	+	+	-
<i>Onychogomphus costae</i>	+	+	+	+	-
<i>Gomphus lucasii</i>	+	+	+	+	-
Total	14	14	13	10	00

(+) : Présence

(-) : Absence

A la lumière des résultats mentionnés sur le tableau 7, on constate que sur les 15 espèces recensées dans les milieux lotiques, 09 sont communes aux 4 stations *Calopteryx*

haemorrhoidalis, *Orthetrum nitidinerve*, *Gomphus lucasii*, *Onychogomphus forcipatus*, *Onychogomphus uncatu*, *Onychogomphus costae*, *Orthetrum coerulescens*, *Orthetrum cancelatum*, *Crocothemis erythrae* et *Plattycnemis subdilataatae*, recensées durant les mois de Mai et Juin. Ces espèces ont une large valence d'adaptation aux milieux ; contrairement à certaines qui sont exigeantes, elles fréquentent des milieux bien particuliers, comme le cas d'*Anax imperator* et *Sympetrum meridionale* qui sont inventoriées uniquement dans les deux stations (O.B, A.O), en basses altitudes.

L'espèce *Ishnura graellsii* est inventoriée au niveau d'Assif El Khemis et Illilten. Nous tenons à souligner que nous avons enregistré aucune espèce à Assif Sahel, cela peut être expliqué par les incendies que la Kabylie a vécu dans l'été 2021.

III. Les indices écologiques appliqués aux odonates recensés :

III.1. Les indices écologiques de composition :

Les résultats obtenus en calculant la richesse en espèces dans les cinq stations et durant les quatre mois d'étude sont consignés dans le tableau 8 ci-après :

➤ La richesse totale :

Tableau 8 : Richesse totale dans les cinq stations

Stations	O.B	A.O	A.KH	A.I	A.S
Richesse totale	14	14	13	9	0

D'après ces résultats nous constatons que les 4 stations sont relativement riches en espèces (OB, AO, AKH, AI), mais les plus riches de toutes restent Oued Boubhir (OB) et Assif Ousserdun (AO) avec 14 espèces, il faut rappeler que ces sites sont des milieux courants, bordés de végétation et protégés de perturbation. Ils offrent alors des conditions propices à l'installation d'une faune diversifiée à l'inverse de la station Assif Sahel qui n'enregistre aucune espèce, c'est parce que ce n'est pas un milieu adéquat et aussi perturbé par les incendies qui ont ravagés la Kabylie.

➤ L'abondance relative (Ar) et Fréquence d'occurrence (Fo) :

Tableau 9 : Abondance relative (Ar) et Fréquence d'occurrence (Fo)

Stations Espèces	O.B			A.O			A.KH			A.I			A.S		
	Ar%	Fo%		Ar%	Fo%		Ar%	Fo%		Ar%	Fo%		Ar%	Fo%	
<i>Sympecma fusca</i>	0.57	50	R	0.28	10	AD	1.42	40	AC	0	0	-	0	0	-
<i>Plattynemesis subdilatae</i>	0.28	50	R	0.85	30	AC	4.28	50	R	1.57	10	AD	0	0	-
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	5.14	90	C	1.42	90	C	19.14	90	C	2.85	60	R	0	0	-
<i>Ischnura graellsii</i>	0	0	-	0	0	-	0.57	20	AD	0	20	AD	0	0	-
<i>Sympetrum meridionale</i>	0.28	40	AC	0.28	40	AC	0	0	-	0	0	-	0	0	-
<i>Orthetrum coerulescens</i>	2.85	50	R	1.42	50	R	1.71	60	R	1.14	20	AD	0	0	-
<i>Orthetrum cancelatum</i>	0.57	50	R	0.28	50	R	0.28	50	R	0.28	20	AD	0	0	-
<i>Crocothemis erythrae</i>	1.14	40	AC	0.57	30	AC	1.14	30	AC	0	0	-	0	0	-

<i>Orthetrum nitidinerve</i>	1.14	50	R	0.85	50	R	0.85	50	R	0	0	-	0	0	-
<i>Boyeria irene</i>	0.28	30	AC	0.28	20	AD	1.71	30	AC	0	0	-	0	0	-
<i>Anax imperator</i>	0.28	20	AD	0.28	20	AD	0	0	-	0	0	-	0	0	-
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	8.55	90	C	2.87	90	C	2.85	90	C	2.85	40	AC	0	0	-
<i>Onychogomphus uncatus</i>	3.42	90	C	2	90	C	2.85	90	C	2	40	AC	0	0	-
<i>Onychogomphus costae</i>	5.14	90	C	1.14	90	C	1.42	90	C	0.85	40	AC	0	0	-
<i>Gomphus lucasii</i>	2	90	C	1.42	90	C	1.14	90	C	1.14	40	AC	0	0	-
A : Accessoires R : Régulières C : Constantes - : Absence de l'espèce AD : Accidentelles															

L'analyse des résultats du tableau 9 montre clairement que la majorité des espèces inféodées aux quatre stations des milieux lotiques se répartissent de manière constante et régulière à l'exception de quelques-unes sont accessoires et accidentelles : c'est le cas d'ailleurs de O.B et A.KH où on trouve 2 espèces à répartition accessoire : *Crocothemis erythrae* et *Boyeria irene*.

Toutefois, sur les 9 espèces communes aux 4 milieux d'études, cinq d'entre elles développent une répartition constante dans 3 stations à savoir *Onychogomphus forcipatus*, *Onychogomphus costae*, *Onychogomphus uncatu*, *Gomphus lucasii* et *Calopteryx haemoroidalis*. En ce qui concerne les deux espèces de milieu lotique *Anax imperator* et *Ischnura graellsii* leur répartition est régulière dans ce milieu.

En ce qui concerne l'abondance des odonates recensées dans les quatre sites d'étude, nous constatons une nette dominance des Anisoptères sur les Zygoptères.

Sur les 15 espèces composant le peuplement odonatologique des stations d'étude, 2 espèces dominent en nombre d'individus, en première position *Calopteryx haemoroidalis* suivis par *Onychogomphus forcipatus* avec respectivement 60 individus. A l'exception de *Plattycnemis subdilata*, *Onychogomphus uncatu*, *Onychogomphus costae*, *Gomphus lucasii*, *Orthetrum coerulescens* qui affichent des abondances relativement modérées, les autres espèces ne dépassent guère une dizaine d'individus.

III.2. Les indices écologiques de structure :

- **Indice de Shannon et d'Equitabilité :**

Les valeurs de l'indice de Shannon et d'Equitabilité sont mentionnées dans le tableau suivant :

Tableau 10 : Indice de Shannon et d'Equitabilité

Stations Indices	O.B	A.O	A.KH	A.I	A.S
H'	2,12	2.37	1.83	1.97	–
H'max	3.81	3.81	3.58	3.17	–
E	0.80	0.89	0.72	0.89	–

L'indice de Shannon, utilisé couramment pour des comparaisons entre nos cinq sites d'étude. Les résultats affichés dans le tableau ci-dessus montrent une diversité un peu élevée dans les stations O.B avec une valeur de $H'=2,12$ et une valeur de $2,37$ pour A.O. Cela est dû d'une part à la richesse en espèces de ces stations représentées par 14 espèces qui compose un milieu lotique. D'autre part, à l'hétérogénéité et la physionomie plus particulière de ces sites caractérisant par une végétation bourdante très diversifié offrant ainsi des conditions propices et idéals à l'installation et au développement de cycle de vie des odonates. Contrairement à la station A.I et A.KH affichent les valeurs de $1,83$ et $1,96$ dont les berges sont encerclées par des ceintures arborescentes et une végétation herbacée très dense réduit l'apport de lumière. Cette ombrage peut empêcher le bon fonctionnement écologique du plan d'eau, amoindri sa température, augmente l'apport en humidité et réduit sa diversité (subramanian, 2005).

L'équitabilité est représentée la valeur de $0,80$ dans Oued Boubhir et de $0,72$ dans Assif El Khemis. Elle est également représentée par la valeur de $0,89$ dans Assif Ousserdoune et Assif Illilthen. Toutes ces valeurs sont proches de 1, cela nous renseigne sur l'équirépartition des espèces dans les stations d'étude. Ceci probablement dû à la structure assez ouverte et ensoleillée de cet habitat. Selon Merlet & Itrac-Bruneau (2016), l'ensoleillement d'un site conditionne le peuplement odonatologique. Plus le milieu est ouvert et ensoleillé, plus la diversité sera grande.

IV. Analyse écologique du peuplement odonatologique :

IV.1. La phénologie des espèces inventoriées au sous bassin versant d'Oued Boubhir :

La phénologie est l'étude de l'apparition d'événements périodiques dans le monde vivant, déterminé par les variations saisonnières du climat. Le tableau 11 illustre la phénologie adulte des espèces inventoriées durant la période d'échantillonnage au sous bassin versant d'Oued Boubhir.

Tableau 11 : Période de vol des odonates adultes au sous bassin versant d'Oued Boubhir

Espèces \ Mois	Mars	Avril	Mai	Juin
<i>Sympecma fusca</i>				
<i>Plattynemesis subdilatatae</i>				
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>				
<i>Ischnura graellsii</i>				
<i>Sympetrum meridionale</i>				
<i>Orthetrum coerulescens</i>				
<i>Orthetrum cancellatum</i>				
<i>Orthetrum nitidinerve</i>				
<i>Crocothemis erythrae</i>				
<i>Boyeria irene</i>				
<i>Anax imperator</i>				
<i>Onychogomphus forcipatus</i>				
<i>Onychogomphus uncatius</i>				
<i>Onychogomphus costae</i>				
<i>Gomphus lucasii</i>				

Dans l'ensemble la totalité des espèces ont commencées à émerger en mois de mai et les émergences sont graduelles au fil du temps.

Les adultes de *Calopteryx haemoroidalis*, *Boyeria irene*, *Onychogomphus forcipatus*, *onychogomphus costae*, *onychogomphus uncatius*, *Gomphus lucasii* et *orthetrum coelescens* ont été observé sur les sites, avec les larves et les exuvies que nous avons recensés et aussi l'émergence qui a eu lieu pendant notre présence confirme l'autochtonie de ces espèces à l'Oued Boubhir. Tandis que les adultes *Crocothemis erythrae*, *Orthetrum cancellatum*,

Sympecma fusca et *Platycnemis subdilatatae* ont été observé sur les sites mais aucune larve et exuvie n'a confirmé l'autochtonie de ces espèces.

IV.2. Ecologie des espèces inventoriées au sous bassin versant d'Oued Boubhir :

SOUS-ORDRE : ZYGOPTERES

- *Sympecma fusca* : espèce de petite taille et très discrète, se trouve dans les eaux stagnantes d'eau douce ou saumâtre. Pour se reproduire elle privilégie la présence de roselières et de zones d'eau peu profondes avec des débris végétaux. Elle occupe des espaces avec des végétations bien développés. Elle est rare et peu abondante, présente dans le sous bassin versant d'Oued Boubhir, se limite aux basses altitudes jusqu'à 370m.
- *Platycnemis subdilatata* : c'est une espèce endémique maghrébine, elle habite les rivières et les ruisseaux, une espèce abondante, elle a été enregistrée dans toutes les stations sauf Assis Sahel. C'est la seule espèce de Platycnemis qui existe au Nord d'Afrique
- *Calopteryx haemoroidalis* : préfère les milieux lotiques, se rencontre de préférence dans les ruisseaux à eau claire partiellement ensoleillés. Elle est sensible à l'oxygénation et à la pollution de l'eau, occupe les cours d'eau et micro habitats rapides. Alterne les zones soleil-ombre, très abondante au niveau des 4 stations avec une abondance particulière dans la zone ombragée de la station d'Assif El Khemis.
- *Ishnura graellsii* : c'est une espèce qui colonise les eaux calmes et courantes, même saumâtre, très peu abondante dans nos stations. Elle colonise les espèces anthropisés et se maintient sur des espaces dégradés voir légèrement pollués.

SOUS-ORDRE : ANISOPTERES

- *Sympatrum meridionale* : elle fréquente les eaux stagnantes et peu courantes riche en végétation, très peu abondante dans nos stations d'études. Son écologie saisonnière a été bien étudiée en Numidie, où il estive pendant 3 à 4 mois dans les forêts de montagne, revenant ensuite dans les zones humides de basse altitude pour se reproduire de septembre à novembre (Samraoui et al., 1998).
- *Orthetrum coerulescens* : l'Orthétrum bleissant fréquente de nombreux types d'habitat d'eaux stagnantes et courantes. Les adultes émergent au printemps, Au

moment de la reproduction, les mâles ont un comportement territorial. Les femelles pondent leurs œufs à la surface de l'eau. L'espèce recherche des milieux bien ensoleillés.

- ***Orthetrum cancellatum*** : c'est une espèce commune, présente dans toutes les stations d'Oued Boubhir, elle préfère les endroits ensoleillés, les adultes femelles se posent volontiers sur la végétation rarement sur le sol contrairement aux mâles. Abondante dans les basses et hautes altitudes.
- ***Crocothemis erythraea*** : Seul anisoptère entièrement rouge, y compris les pattes. Cette espèce occupe une vaste gamme d'habitats d'eaux stagnantes et faiblement courantes. Elle tolère les eaux saumâtres et fortement eutrophisées. C'est une espèce assez fréquente et abondante dans nos stations d'étude, fréquente des eaux à faible débit. Très mobile, elle colonise rapidement de nouveaux habitats.
- ***Orthetrum nitidenerve*** : elle colonise souvent les milieux ouverts aux rives végétalisées. Espèce commune et abondante dans certaines stations d'étude en basse altitude.
- ***Boyeria irene*** : Cette espèce se reproduit dans les eaux courantes bien oxygénées. Elle privilégie la présence de rives végétalisées où les larves se développent. La femelle pond seule dans les berges, les racines des arbres ou dans les mousses au bord de l'eau. Elle est peu abondante plus active au crépuscule car elle a été observé beaucoup plus à Assif El Khemis dans la zone ombragé, fréquente des eaux à haut débit.
- ***Anax impérior*** : Cette espèce s'observe souvent sur les étangs de création récente et peut être considérée comme une espèce pionnière. Elle se rencontre également au-dessus des eaux faiblement courantes. Au moment de la reproduction, les mâles ont un comportement territorial dont la surface est très variable, Les femelles pondent seules. Elles insèrent leurs œufs dans les plantes aquatiques proche de la surface de l'eau. Elle fréquente des milieux ouverts, elle est assez rare et à distribution limitée dans le sous bassin versant d'Oued Boubhir en basse altitude.
- ***Onychogomphus forcipatus, Onychogomphus costae, Onychogomphus uncatus et Gomphus lucasii*** : sont des espèces très abondante, observé dans toutes les stations tout au long de l'étude. Se trouvent dans les eaux claires, stagnantes et courantes, fréquentent des milieux ouverts et ensoleillés avec présence des galets sur lesquels se posent les mâles, les femelles vont généralement à l'eau seulement pour pondre leurs

œufs et revenir aux habitats terrestres jusqu'à la prochaine ponte. *Gomphus lucasii* et *Onychogomphus costae* sont les deux espèces menacées (IUCN 2009).

IV.3. La chorologie des espèces répertoriées :

En se basant sur les catégories chorologiques réalisées par Chelli et Moulai sur les espèces d'odonates de la région de Béjaïa, nous avons dressé la composition chorologique du peuplement odonatologique de notre région d'étude comme suit :

- ✓ Eléments paléarctiques : espèce présente dans l'ancien monde et se raréfiant ou disparaissant dans la zone intertropicale : on peut scinder en deux (2) sous-ensemble :
 - Eléments Euro-Sibériennes : espèces largement répandues de l'Europe moyenne à la Sibérie, et ne présentant pas un centre de gravité préférentielles méditerranéen. Elles sont représentées par deux espèces : *sympecma fusca* et *orthetrum cancellatum*.
 - Eléments Méditerranéennes : regroupant toutes les espèces ayant leur centre de gravité dans le bassin méditerranéen. On peut les scinder en trois (3).
 - Espèces Ouest_ Méditerranéennes : espèces dont le noyau de l'aire de répartition est strictement situé dans le bassin méditerranéen occidental, quatre (4) espèces font partie il s'agit de : *Calopteryx haemorrhoidalis* ; *onychogomphus uncatatus* ; *onychogomphus forcipatus* et *Ischnura graellsii*.
 - Espèces Holo- Méditerranéennes : espèces répandues dans l'ensemble de bassin méditerranéen. On note une espèce : *Sympatrum meridionale*.
 - Espèces Maghrébines et Ibéro_maghrébine : espèces dont la distribution est centrée sur le nord-ouest de l'Afrique et la péninsule Ibérique ; quatre (4) espèces sont répertoriées ici, à savoir ; *platecnemis subdilatata* ; *gonphus lucasii* et *orthetrum niditnerve* et *gonphus costae*.
- ✓ Eléments Afro_Européens : Espèces dont la répartition est très vaste et englobe au moins l'Afrique et une grande partie de l'Europe, parfois même l'Asie Elle sont représentées par trois (3) espèces qui sont : *Anax Imperator* ; *Boyeria irene* et *Crocothemis erythraea*.

- ✓ Eléments orientaux : espèces allant de l'Asie à l'Afrique du nord et ou à l'Europe du sud. Une espèce devrait être placée ici, à savoir *Orthetrum coerulescens* (qui s'étend du Pakistan au Maroc).

A travers la figure 27 ci-dessous, l'analyse de la composition de la communauté d'odonate dans notre région d'étude basée sur les catégories chronologiques des espèces rencontrées, montre qu'elle est composée d'éléments Paléarctique avec 87.42%, suivi des éléments orientaux 7.14%, puis les éléments Afro-Européennes viennent en dernier 5.71%. Parmi les éléments Paléarctiques presque 80% sont des éléments Méditerranéennes dont 68% sont des espèces Ouest-Méditerranéennes, 1% sont Holo-Méditerranéennes et 31% sont Maghrébines et Ibéro-Maghrébines.

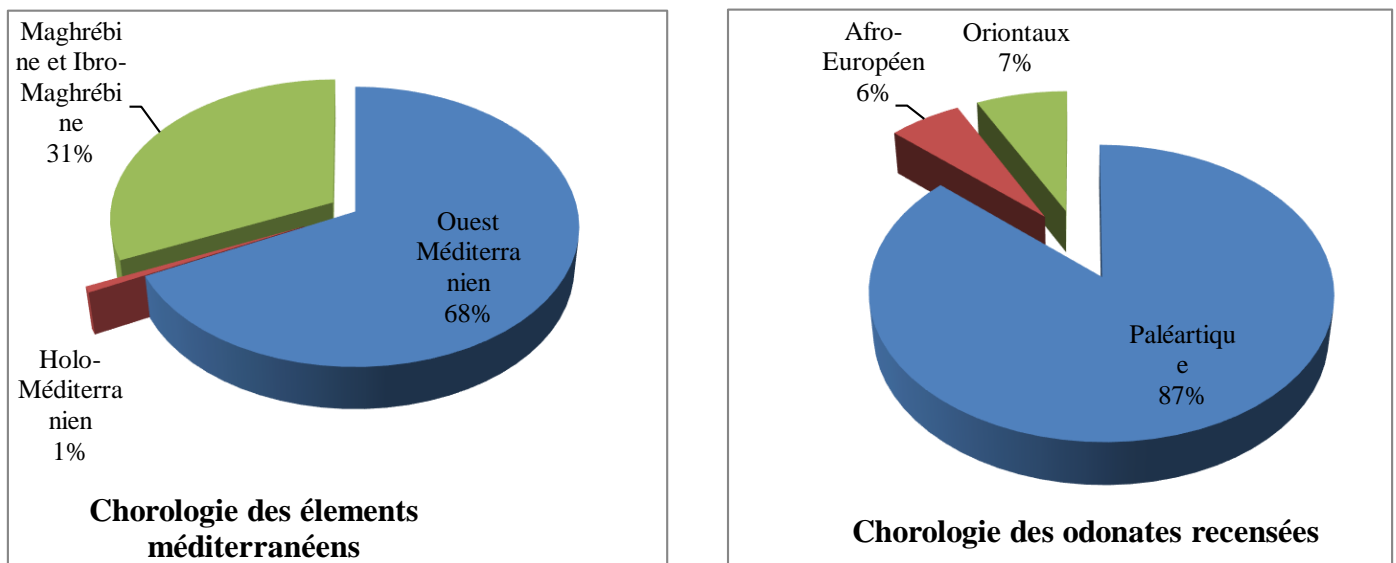


Figure 27 : Chorologies des odonates recensés dans notre région d'étude.

IV.4. Distribution temporelle globale :

En se basant sur les travaux de Samraoui 2015, les espèces inventoriées sont réparties en saison printanière et une saison estivale. La distribution des espèces est illustrée dans le tableau 12 ci-dessous.

Tableau12 : Répartition temporelle des odonates durant deux saisons.

Espèces	Saison printanière (février, mars, avril et mai)	Saison estivale (Juin, juillet, aout)
<i>Sympecma fusca</i>	+	+
<i>Platycnemis subdilatatae</i>	+	+
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	+	+
<i>Ischnura graellsii</i>	+	+
<i>Sympetrum meridionale</i>	+	+
<i>Orthetrum coerelescens</i>	+	+
<i>Orthetrum cancelatum</i>	+	+
<i>Crocothemis erythrae</i>	+	+
<i>Orthetrum nitidinode</i>	-	+
<i>Anax imperator</i>	+	+
<i>Boyeria irene</i>	-	+
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	-	+
<i>Onychogomphus uncatas</i>	-	+
<i>Onychogomphus costae</i>	+	+
<i>Gomphus lucasii</i>	+	+

Parmi le totale des espèces, les 11 espèces ; *Sympecma fusca*, *Platycnemis subdilatata*, *Calopteryx haemorrhoidalis*, *Ischnura graellsii*, *Sympetrum meridionale*, *Orthetrum coerelescens*, *Orthetrum cancellatum*, *Crocothemis erythra*, *Anax imperator*, *Onychogomphus costae*, *Gomphus lucasii* sont omniprésentes durant les saisons de printemps et été. *Orthetrum nitidenerve*, *Boyeria irene*, *Onychogomphus forciapatus*, *Onychogomphus uncatus* apparaissent durant l'été.

V. Analyse statistique

V.1. Analyse Factoriel des Correspondances :

L'analyse multi variée effectuée entre les stations d'échantillonnages et les espèces de libellules en région de la Kabylie, soit une matrice de 15 espèces d'odonates et quatre stations différentes exprimée dans le plan factoriel F1 x F2 de l'AFC, qui restitue 93.27% de l'information, dont 82.80% sont expliquée par F1 et 10.47% par l'axe F2 (Fig. 28).

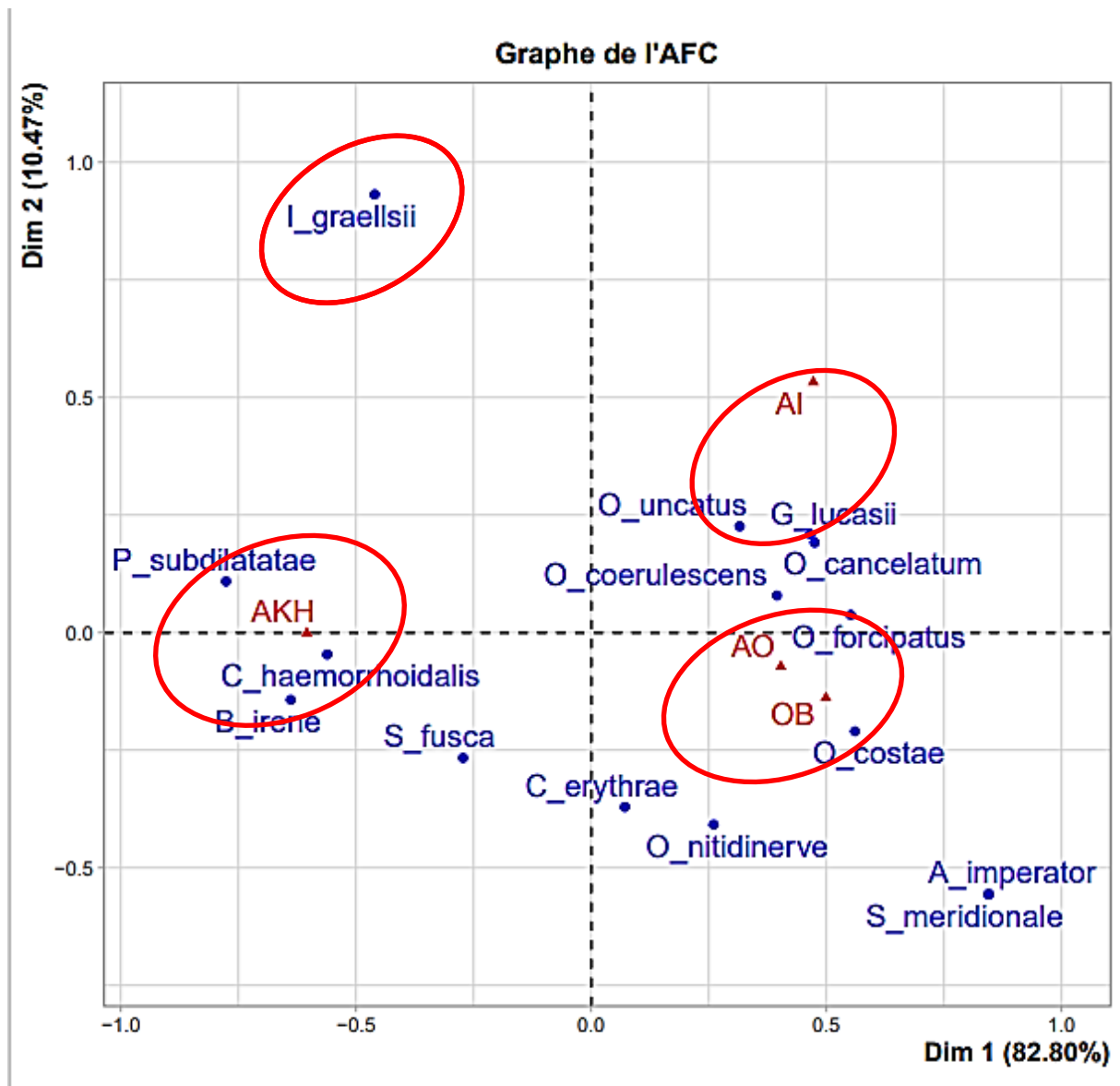


Figure 28 : Plan factoriel F1 x F2 de l'AFC de distribution des espèces d'odonates dans les stations d'étude.

Sur l'axe F1, la station AI s'oppose aux stations OB et AO.

L'axe F2 oppose les stations AI, AO et OB à AKH.

D'une manière générale, ce graphe expose la variation des espèces d'odonates inventoriées en fonction des stations d'étude.

Au niveau de la station AKH, les deux espèces *Calopteryx haemorrhoidalis* et *Plattycnemis subdilatae* sont les plus inventoriées. Cela explique que ces deux éléments ont les mêmes

exigences écologiques. Parmi ces exigences écologiques, ces derniers préfèrent les milieux semi ombragé avec une végétation importante ce qui caractérise cette station.

Tandis qu'au niveau des deux stations AO et OB, *Onychogomphus forcipatus* et *Onychogomphus costae* sont les espèces les plus dominantes côtoyant essentiellement les milieux ouverts et les basses altitudes.

Au niveau de la station AI, les espèces *Onychogomphus uncatatus* et *Gomphus lucasii* sont les plus représentées de toute la faune récoltée, ça explique que ces espèces partagent les mêmes conditions de vie avec une certaine préférence pour les altitudes basses et milieu ensoleillé.

Ischnura graellsii, est une espèce qui a été retrouvée avec des densités très faibles au niveau de toutes les stations d'échantillonnage, ce qui la fait afficher dans un emplacement éloigné de toutes les stations. Elle représente une espèce rare dans ces trois stations d'étude.

Conclusion

L'objectif de la présente d'étude est une contribution à la connaissance et l'enrichissement de la biodiversité odonatologique de la Kabylie du Djurdjura.

L'étude est réalisée dans le sous bassin versant d'Oued Boubhir durant quatre (4) mois de prospection (Mars - juin 2022).

Au terme de ce travail consacré à l'étude des odonates, un total de 350 individus en 15 espèces appartenant au deux sous ordre (Anisoptères, Zygoptères) et sept (7) familles (Gomphidae, Libellulidae, Aschnidae, Calopterygidae, Coenoagrionidae, Plattycnemidae et Lestidae) sont recensées. Ce territoire renferme 23% de l'odonatofaune Algériennes. Si aucune de ces espèces n'est nouvelle pour la région deux d'entre elles le sont (*Onychogomphuscostae* et *Gomphuslucasi*) en comparaison avec d'autres études faites dans la région.

Notre étude est réalisée sur un site qui a été auparavant pollué, en revanche nous avons eu des résultats qui contredisent ce fait, surtout avec la présence de quatre (4) espèces de Gomphes, probablement cela est dû aux forte précipitations de cette année ce qui a fait que ces Oueds ont fait leur propre épuration d'habitat grâce à ces pluies ou à l'adaptation des espèces (élasticité écologique).

Les résultats relatifs de cette étude montrent que dans les 4 biotopes d'étude, les Anisoptères dominant en nombre d'espèces, mais les Zygoptères en particulier les *Calopteryx haemorrhoidalis* dominant en nombre d'individu de toutes les espèces, et la famille des Gomphidae reste la plus dominante avec 42%. Par ailleurs, la moitié du peuplement de la région est principalement composé d'éléments Paléarctiques avec une nette dominance des espèces Méditerranéennes. La richesse spécifique et l'abondance des espèces sont nettement importantes au sous bassin versant d'Oued Boubhir.

Durant cette étude, nous avons révélés que les quatre (4) stations renferment un peuplement odonatologique plus stable et plus équilibré. Nous avons aussi confirmé l'autochtonie de certaines espèces avec la présence de larve d'exuvie et d'adulte sur les milieux.

Toutefois, trois espèces de la faune recensée, sont évaluées comme endémique Maghrébines : *Plattycnemissubdilatata*, *Calopteryxhaemorrhoidalis* et *Gomphus lucasi*.

Les résultats obtenus, ne donnent pas une image assez adéquate de la faune odonatologique réelle de ces sites vu la courte durée de l'étude. Toutefois, les prospections devraient durer encore dans le temps afin de ne pas raté les espèces tardives.

En perspectives il serait souhaitable d'élargir ce travail accomplis par :

- ✓ Etablir un programme de gestion, de préservation ainsi la conservation de ces biotopes.
- ✓ Maximiser les efforts afin de permettre l'exploration d'autre site vulnérable pouvant arbitre des espèces non encore découvertes, ou migrants.
- ✓ Réalisation d'un Atlas odonatologique d'Afrique Du Nord.
- ✓ Etude écologique approfondis des espèces endémiques et vulnérables.
- ✓ Prévoir des échantillonnages de toutes formes odonatologique notamment les larves et les exuvies.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **Abdeoulay Bailo Ndiyaé, 2010**, intégration de la biodiversité d'eau douce dans le processus de développement en Afrique: mobilisation de l'information et site de démonstration, projet de démonstration bassin du fleuve Gambie, module de formation des formateurs sur le suivie des odonates.
- **ABDESSELAM M., 1995**. Structure et fonctionnement d'un kart de montagne sous climat méditerranéen: exemple de Djurdjura occidental (Grande Kabylie, Algérie). Thèse de doctorat, en science de la terre, université de Franche Compté : 233p.
- **Aguesse.P., 1968**. Les Odonates de l'europe occidentale, du nord de l'Afrique et des îles atlantiques, Paris, Masson, 262p.
- **Ait Taleb L, Zebza R, Khelifa R. (2022)**. Discovery of *Pyrrhosoma* cf. *nymphula* (Odonata: Coenagrionidae) in Algeria. *Notulae odonatologicae*, 9(9) : 455-460.
- **Askew, R.R. (2004)**. The Dragonflies of Europe (second edition). Harley books, Colchester.
- **Attab & Soumaya., 2017**. Etude comparative des odonates au niveau de la réserve de chasse de zéralda. Mémoire de fin d'étude, Université de Blida, Faculté des Sciences de la nature et de la vie, 8p.
- **Bechly, G. (1996)**. Morphologische Untersuchungen am Flügelgeäder der rezenten Libellen und deren Stammgruppenvertreter (Insecta; Pterygota; Odonata) unter besonderer Berücksichtigung der phylogentischen Systematik und des Grundplanes der Odonata. *Petalura* (Special Volume). 2, 1–402.
- **Beckemeyer, R.J., Hall, J.D. (2007)**. The entomofauna of the Lower Permian fossil insect beds of Kansas and Oklahoma, USA. *African Invertebrates*. 48(1), 23-39
- **Benkhelil M.L., 1992** – Les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre. Ed. Offi. Pub. Uni. Alger, 60p.
- **Berquier C., 2015**. Etude écologique et patrimoniale du peuplement des odonates de corse appliquée à la conservation des espèces et des zones humide à enjeux. Thèse de doctorant Université de corse_PASCAL PAOLI.205p.
- **Blondel, J., 1975**. Les écosystèmes de Camargue. *Courrier de la Nature*. 35 : 43-56.
- **Blondel, J., 1979**. Biogéographie et écologie. Ed. Masson, Paris, 173 p.
- **BOUDJEMA S., 2010**. Etude perspective de l'état de l'environnement en Algérie : cas de bassin versant du Sébaou, wilaya de Tizi-Ouzou:144p.

Références bibliographiques

- **Bricault .B. 2012-** fiches odonates, Société nationale de protection de la nature, Ternois et Frandin, E. & Gautie, C., 2005. Atlas préliminaire des odonates du PNRFO.s.l.Maison de Parc-10220 piney, 2005.p.83.
- **Chevalier G., 2017.**PFE Semestre 9 & 10, peut-on utiliser les odonates comme bio-indicateur.Ecole d'ingénieur polytechnique de l'université de tours.13p.
- **Cobet,P.S.,2004.**Dragonflies.Behavior and ecology og odonata, revised edition.Cornell University Press.Ithaca, NY .
- **Corbet P.S., 1999.** Dragonflies: behaviour and ecology of Odonata. Harley Books. 829 p.
- **Corbet, P.S. (2004).** Dragonflies. Behavior and Ecology of Odonata, revised edition. Cornell University Press. Ithaca, NY
- **Corbet, P.S., 2004.** Dragonflies. Behavior and Ecology of Odonata, revised edition. Cornell University Press. Ithaca, NY.
- **D'Aguiar J. et Dommagnet J.L. (1998).** Guide des Libellules d'Europe et d'Afrique du Nord. Ed. Delachaux et Niestlé. 463 p.
- **D'Aguiar J.,Dommagnet J.L. & Prechac R., 1985.** Guide des libellules d'Europe et d'Afrique du Nord. Les Guides du Naturaliste. Ed. Delachaux et Niestlé, 341 p.
- **Dajoz R. (1974).** Dynamique des populations. Ed. Masson et Cie, Paris. 434 p.
- **DAJOZ R., (2006).** Précis d'écologie. Dunod, Paris. Page 631.
- **Dajoz R., 1982 –** Précis d'écologie. Ed. Gauthier – Villars, Paris, 503p.
- **DAJOZ R., 2000 –** Précis d'écologie 7e Edition. Dunod ; Paris, 615 p.
- **Derridj A., 1990.** Etude des populations de Cedrus atlantica M. en Algérie. Thèse Docteur es- sciences. Paul Sabatier, Toulous : 288p.
- **Dijkstra K.D.B. (2007).** Guide des libellules de France et d'Europe. Ed. Delachaux et Niestlé. 320 p.
- **Dijkstra, K.D. B., G., Bechly, S.M., Bybee, R. A., Dow, H.J., Dumont, G., Fleck, R.W., Garrison, M., Hämäläinen, V.J., Kalkman, H., Karube, M.L., May, A.G., Orr, D.R., Paulson, A.C., Rehn, G., Theischinger, J.W.H., Trueman, J., Van-Tol, N., Von-Ellenrieder., Ware. J. (2013).** The classification and diversity of dragonflies and damselflies (Odonata). Zootaxa. 3703(1), 36-45

Références bibliographiques

- **Dijkstra, K.D.B., Kalkman, V.J., Dow, R.A., Stoks, F.R., Van-Tol, J. (2014).** Redefining the damselfly families: a comprehensive molecular phylogeny of Zygoptera (Odonata). *Systematic Entomology*. 39(1), 68-96.
- **Dijkstra, K.D.B., Lewington, R., (2007).** Guide des libellules de France et d'Europe. Delachaux et Niestlé. Paris.
- **Doucet G., 2010.** Clé de détermination des exuvies des odonates de France. Société française d'odonatologie. 64 p.
- **Dudgeon D, Arthington AH, Gessner MO, Kawabata ZI, Knowler DJ, Lévêque C, Naiman RJ, Prieur-Richard AH, Soto D, Stiassny CA, Sullivan CA, 2006.** Freshwater biodiversity : importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, 81 (2) : 163-182.
- **Ellis L. E., Jones N. E., 2016.** A test of the serial discontinuity concept: longitudinal trends of benthic invertebrates in regulated and natural rivers of northern Canada. *River Research and Applications* 32: 462 – 472.
- **EMBERGER L., 1971.** Travaux de botanique et d'écologie. Ed. Masson et Cie. Paris: 250p.
- **FAURIE C., FERRA C., MEDORI P., DEVAUX J. & HEMPTINNE J.L., 2003.** Ecologie approche scientifique et pratique 5e Edition TEC et DOC, 407 p.
- **Faurie C., Ferra C. & Medori P., 1980.** Ecologie. Edition. Baillière. Paris : 168p.
- **FLANDRIN J., 1952.** -La chaîne du Djurdjura: monographies régionales. XIX congrès géologiques internationales, Algérie 1ère série. 19 : p 49.
- **Frontier S. (1983).** Stratégie d'échantillonnage en écologie. Ed. Masson. Paris. 494 p.
- **Golfieri B., Hardersen S., Maiolini B., Surian N., 2016.** Odonates as indicators of the ecological integrity of the river corridor: Development and application of the Odonate River Index (ORI) in northern Italy. *Ecological indicators* 61: 234 – 247.
- **Grand, D., Boudot, J.P. (2006).** Les libellules de France Belgique et Luxembourg. Biotope. Coll. Parthénope. Mèze.
- **Grand, D., Boudot, J.P. (2006).** Les libellules de France Belgique et Luxembourg. Biotope. Coll. Parthénope. Mèze.
- **Grimaldi, D., Engel, M.S. (2005).** Evolution of the Insects. Cambridge University press, New York.

Références bibliographiques

- **GUYOT G., 1999.** Climatologie de l'environnement. 2e Edition Dunod, Paris, 525p.in a dragonfly assemblage in African desert ponds (Odonata). *Hydrobiologia* 528: 75-85.
- **Jourde P., 2010 a.** Les odonates biologie et écologie (1ère Partie), *Revue Insecte* 157 (2) : 3-8.
- **Jourde P., 2010.** Les odonates biologique et écologique (2ème partie), *revue insectes* 158(2) :3-8 ,31-35p.
- **Kalkman, V.J., Clausnitzer, V., Dijkstra, K.D.B., Orr, A.G., Paulson, D.R., Van-Tol, J. (2008).** Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. *Hydrobiologia*. 595(1), 351-363.
- **Khelifa R., Zebba R., Amari H., Mellal M. K., Mahdjoub H. and Kahalerras A. 2016** – A hotspot for threatened Mediterranean odonates in the Seybouse River (Northeast Algéria): are IUCN population sizes drastically underestimated. *Inter. J. of Odonatologie*, 19: 1-2, p1-11.
- **Khelifa R., Zebba R., Amari H., Mellal M.K., Mahdjoub H. & Kahalerras A., 2016.** A hotspot for threatened Mediterranean odonates in the Seybouse River (Northeast Algeria) : are IUCN population sizes drastically underestimated ? *International Journal of Odonatology*, 19 : 1-11.
- **Kriska,G.(2013).** Drangonflies and Damsselflies-odonata. In: Kriska,G.(Ed) *Frech water.Invertebrates in Central Europe* .Springer Vienna.194_209 .
- **Lamine S.,2021.** Recherche sur la faunistique,l'écologieet la biogéographie des Ephéméroptères et Coléoptères Hydraenidae et Elmidae des cours d'eau de la kabylie du Djurdjura.Thèse de doctorat 3 ème cycle en sciences biologique.228p.
- **Lawler S.P. (2001).** Rice fields as temporary wetlands. *Israel Journal of Zoology* 47: 513- 528.
- **Lebrasseur J. (2013).** Note d'aide à la mise en place d'inventaires et de suivis odonates. Rapport GRETIA dans le cadre de la déclinaison régionale du Plan national d'actions en faveur des Odonates. 19
- **Legrand, J. 2001.** Ordre des Odonates. Biodiversité et biotypologie des eaux continentales de Madagascar, Institut de Recherche pour le Développement, CNRE, LRSAE, pp.113-130.

Références bibliographiques

- **Lounaci A., 2005.** Recherche sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macroinvertébrés des cours d'eaux de la Kabylie (TIZI OUZOU). Thèse doctorat d'état en biologie. U.M.M.T.O :209p.
- **Mahdjoub Hayat (2017),** Cycle de vie et écologie de *Coenagrion mercuriale* dans le bassin versant de la Seybouse (Nord-Est de l'Algérie)
- **Mahfouf.N, khattabi Z., 2021.**Révision sur les sous ordres des odonate (Anisoptères ;Zygoptères) dans sept régions de l'Algérie (Béjaia, Seybous,Zéralda,Biskra, Touggourt, Chouh malghir et Oum-el bouaghi.Mémoire de fin d'étude.Université de Oum-El Bouaghi.Faculté des science de la nature et de la vie.49p.
- **Martin R et Maynou X. (2016).** Dragonflies (Insecta: Odonata) as indicators of habitat quality in Mediterranean streams and rivers in the province of Barcelona (Catalonia, Iberian Peninsula). *International Journal of Odonatology* 19 (3) : 107-124.
- **Medde.(2015).**Plan nationale d'action en faveur des zones humides. Ministère de l'écologie, de l'énergie, du Développement durable.
- **Menai, R., 2005.** Contribution à l'étude des macros invertébrées des eaux continentales de l'Algérie : Inventaire, écologie et biogéographie des odonates, thèse de doctorat, Université d'Annaba.
- **Merlet, F. & Itrac-Bruneau, R., 2016.** Aborder la gestion conservatoire en faveur des odonates. Guide technique. Office pour les insectes et leur environnement & Société française d'Odonatologie. Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement Hauts de France. 7-10. Guide rédigé dans le cadre du Plan national d'actions en faveur des odonates. www.odonates.pnaopie.fr (date de consultation du site 27-04-2019).
- **Messoudene M., Laribi M. & Derridj A., 2007.** Etude de la diversité floristique de la forêt de l'Akfadou (Algérie). *Bois et forêt des tropiques*, 29 (1) : 75-81pp.
- **Petrulevičius, J. F., Wappler, T., Nel, A., Rust, J. (2011).** The diversity of Odonata and their endophytic ovipositions from the Upper Oligocene Fossilagerstätte of Rott (Rhineland, Germany). *ZooKeys*. 130, 67
- **RACHMAN M., ANDERSON S.H.,GANTZER C.J.&THOMSON A.L.2003.** Influence of longterm cropping systems on soil physical properties related to soil erodibility. *Soil science society of America Journal*,67(6) ;637-644.
- **Ramade F., 1994.** Eléments d'écologie, écologie fondamentale. Ed. Ediscience, 579 p.

Références bibliographiques

- **Ramade F., 2003.** Elément d'écologie fondamentale. Ed. Dunod. Paris. 689.
- **Riservato, E., Boudot, J.P., Ferreira, S., Jovic, M., Kalkman, V.J., Schneider, W., Samraoui, B., Cuttelod, A., 2009.** The status and distribution of dragonflies of the Mediterranean Basin. IUCN. Gland, Switzerland and Malaga, Spain. Robert. A., 1963. Les libellules de Québec. Service de la faune, Bulletin (1). 236 p.
- **Robert .A., 1963 .** Les libellules de Québec. Service de la faune, Bulletin(1) .236p .
- **Rodier J., 2010.** L'analyse de l'eau. Edition DUNOD, 9^{ème} édition, paris, 159p.
- **Rudelle R. (2014).** Inventaire des populations d'odonates de la petite Camargue. Compte Rendu final, 73 p.
- **Samraoui B et Menai R., 1999.** A contribution to the study of Algerian Odonata. International Journal of Odonatology 2: 145-165.
- **Samraoui B, Benyacoub S, Mecibah S, Dumont HJ., 1993.** Afrotropical libellulids in the lake district of El Kala, NE Algeria, with a rediscovery of *Urothemis e. edwardsi* (Selys) and *Acisoma panorpoides ascalaphoides* (Rambur) (Anisoptera: Libellulidae). Odonatologica. 22(3):365–372.
- **Samraoui B, Boudot JP, Ferreira S, Riservato E, Jović M, Kalkman VJ, Schneider W., 2010.** The status and distribution of dragonflies (Odonata). Chap. 5. In: Garcia N, Cuttelod A and Abdul Malak D, editors. The status and distribution of freshwater biodiversity in Northern Africa. Gland (Switzerland & Malaga, Spain): IUCN; p. 51– 70.
- **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.
- **Silsby J., 2001.** Dragonflies of the World. Natural History Museum/CSIRO Publishing, London, 216 p.
- **Silsby J., 2011.** Dragonflies of the World. Natural History Museum/CSIRO Publishing, London, 216 p.
- **Subramanian K.A. (2009).** A Checklist of Odonata of India. Zoological Survey of India. 36 p.
- **Subramanian K.A. (2009).** A Checklist of Odonata of India. Zoological Survey of India. 36 p.
- **Suhling F, Schenk K, Padeffke T et Martens A. (2004).** A field study of larval development

Références bibliographiques

- **Tachet H., Richoux P., Bournaud M. & Ussaglio-polatera P. (2000).** Invertébrés d'eau douce. Systématique, biologie, écologie. CNRS Editions, 588pp.
- **Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., & Usseglio-Polatera, P. 2010.** Invertébrés d'eau douce: systématique, biologie, écologie (Vol. 15). Paris: CNRS editions.) p244
- **TOUBAL-BOUMAZA, O., 1986.** « Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Édough (Algérie nord-orientale) ".Cartographie à 1 / 25 000. Thèse de doctorat de 3ème cycle, Grenoble, Université des sciences et technologie méditerranéenne.
- **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, TiziOuzou: 210 p.

Annexes

Annexe 1 : Liste des odonates d'Algérie actuellement recensée sans tenir compte des signalements anciens (Samraoui & Menai, 1999 ; Samraoui & Corbet, 2000 ; Khelifa & Zebsa, 2011, 2018 ; Ait Taleb et al 2022).

Sous-ordre des Zygoptères
Famille des Calopterygidae (1 genre, 1 espèce et 1 sous-espèce)
Famille des Lestidae (3 genres, 5 espèces)
Famille des Platycnemididae (1 genre, 1 espèces)
Famille des Coenagrionidae (5 genres, 13 espèces)
Sous-ordre des Anisoptères
Famille des Aeshnidae (4 genres, 8 espèces)
Famille des Gomphidae (4 genres, 5 espèces et 1 sous-espèce)
Famille des Libellulidae (7 genres, 17 espèces et 3 sous-espèces)

LES ODONATES D'ALGERIE
LES ZYGOPTERES (DEMOISELLES)
Famille des Calopterygidae Selys, 1850
<i>Calopteryx exul</i> Selys, 1853 (Redécouvert en 2011)
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i> (Vander Linden, 1825)
Famille des Coenagrionidae Kirby, 1890
<i>Ceriagrion tenellum</i> (de Villers, 1789)
<i>Coenagrion caeruleum</i> (Fonscolombe, 1838)
<i>Coenagrion mercuriale</i> (Charpentier, 1840)
<i>Coenagrion puella</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Coenagrion scitulum</i> (Rambur, 1842)
<i>Enallagma deserti</i> Selys, 1871
<i>Erythromma lindenii</i> (Selys, 1840)
<i>Erythromma viridulum</i> Charpentier, 1840
<i>Ischnura fontainei</i> Morton, 1905
<i>Ischnura graellsii</i> (Rambur, 1842)
<i>Ischnura pumilio</i> (Charpentier, 1825)
<i>Ischnura saharensis</i> Aguesse, 1958
<i>Pyrrhosoma nymphula</i> (Silzer, 1776)

Famille des Lestidae Selys, 1840
<i>Chalcolestes viridis</i> (Vander Linden, 1825)
<i>Lestes barbarus</i> (Fabricius, 1798)
<i>Lestes numidicus</i> Samraoui, Weekers & Dumont, 2003
<i>Lestes virens</i> (Charpentier, 1825)
<i>Sympecma fusca</i> (Vander Linden, 1820)
Famille des Platycnemididae Tillyard, 1938
<i>Platycnemis subdilatata</i> Selys, 1849
LES ANISOPTERES (LIBELLULES)
Famille des Aeshnidae Selys, 1850
<i>Aeshna affinis</i> Vander Linden, 1820
<i>Aeshna isocetes</i> (Müller, 1767)
<i>Aeshna cyanea</i> (Müller, 1764)
<i>Aeshna mixta</i> Latreille, 1805
<i>Hemianax ephippiger</i> (Burmeister, 1839)
<i>Anax imperator</i> Leach, 1815
<i>Anax parthenope</i> (Selys, 1839)
<i>Boyeria irene</i> (Fonscolombe, 1838)
Famille des Gomphidae Selys, 1850
<i>Gomphus lucasii</i> Selys, 1849 Endémique Maghrébin
<i>Lindenia tetraphylla</i> (Vander Linden, 1825) (Redécouvert en 2018)
<i>Onychogomphus costae</i> Selys, 1885
<i>Onychogomphus forcipatus unguiculatus</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Onychogomphus uncatu</i> (Charpentier, 1840)
<i>Paragomphus genei</i> (Selys, 1841)
Famille des Libellulidae Leach, 1815
<i>Acisoma panorpoides ascalaphoides</i> Rambur, 1842 (Redécouvert en 1993)
<i>Brachythemis impartita</i> (Karsch, 1890)
<i>Crocothemis erythraea</i> (Brullé, 1832)
<i>Diplacodes lefebvreii</i> (Rambur, 1842)
<i>Orthetrum cancellatum</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Orthetrum chrysostigma</i> (Burmeister, 1839)

<i>Orthetrum coerulescens anceps</i> (Schneider, 1845)
<i>Orthetrum nitidinerve</i> (Selys, 1841)
<i>Orthetrum ransonnetii</i> (Brauer, 1865)
<i>Orthetrum sabina</i> (Drury, 1770)
<i>Orthetrum trinacria</i> (Selys, 1841)
<i>Sympetrum fonscolombii</i> (Selys, 1840)
<i>Sympetrum meridionale</i> (Selys, 1841)
<i>Sympetrum sanguineum</i> (O.F. Muller, 1764)
<i>Sympetrum sinaiticum</i> Dumont, 1977
<i>Sympetrum striolatum</i> (Charpentier, 1840)
<i>Trithemis annulata</i> (Palisot de Beauvois, 1805)
<i>Trithemis arteriosa</i> (Burmeister, 1839)
<i>Trithemis kirbyi</i> Selys, 1891
<i>Selysiothemis nigra</i> (Vander Linden, 1825)
<i>Urothemis edwardsii</i> (Selys, 1849) (Redécouvert en 1993)

Annexe 2 : Fiche de relevé de terrain : Inventaire des odonates et évaluation de l'état de conservation de leur habitat.

Date	Nom de la station	Coordonnées GPS	Caractéristiques de la station				
			Nature du cours d'eau	Profondeur	Largeur du lit	Vitesse du courant	Température

Nature du substrat	Végétation			
	Recouvrement	Végétation bordante	Végétation aquatique	Autres observations

Résumé

Le but de cette étude est de déterminer la structure et la composition de la faune odonatologique des zones humides dans un écosystème lotique au sous bassin versant de l'Oued Boubhir (région de Tizi-Ouzou) de Mars à Juin 2022. Les résultats obtenus ont permis d'identifier un taux de 350 individus capturés, appartenant à 15 espèces d'odonates repartis sur deux sous-ordres dont 11 espèces d'Anisoptères et 4 des Zygoptères. Les Anisoptères dominant en nombre d'individus et en nombre d'espèces, particulièrement la famille des Gomphidae est la plus représentée avec 4 espèces, soit plus de 41% de l'ensemble des odonates recensées. L'inventaire des larves et exuvies confirme l'autochtonie des espèces telle que *Calopteryx haemorrhoidalis*, *Boyeria irene*, *Onychogomphus forcipatus*, *onychogomphus costae*, *onychogomphus uncatu*, *Gomphus lucasii* et *orthetrum coerulescens*. Deux espèces endémiques maghribines, *platycnemis subdilatata* et *gomphus lucasi* ont été enregistrés. Le mois de juin semble le mois plus riche et le plus favorable au développement des libellules. Nous n'avons aussi étudié la phénologie de ces espèces odonatologiques avec une comparaison avec le modèle de Samraoui et Corbet (2000) et nous avons réalisé ainsi une étude sur leur l'écologie.

Mots clefs : Zygoptère, Anisoptère, libellules, écosystème, lotique, oued boubhir, écologie.

The aim of this study is to determine the structure and composition of the odonatological fauna of wetlands in a lotic ecosystem in the sub-bassin slipe of Oued Boubhir (Tizi-ouzo region) from March to June 2022 .The resltats obtained made it possible to identify a rate of 350 individuals catured, belonging to15species of odonates distributed over two suborders including 11 species of Anisoptera and 4 zygoptera.The Anisoptera dominante in number of individuals and in number of species, particularity the Gompidae family is the most represented with 4 species, thatis to say more than 41% of all the odonate identified.Larvae and exuvia confirms the autochthony of species such as *Calopteryx haemorroidalis*, *Boyeria irene*, *Onychogomphus forcipatus*, *Onychogomphus costae*, *Onychogomphus uncatu*,*Gomphus lucasi*, *Orthetrum coerulescens*.Two endemic species maghribines, to be the richest and most devlepeement of dranggonflies.We have also studied the phenology of these odonatological species with a comparaison with the model of Samraoui et Corbet(2000) and we thus carried out a study on their ecology.

Key words: Zygoptera, Anisoptera, dragonflies, ecosystem, lotic, Oued Boubhir, ecology.